



## Kortlægning af skov med potentiale for høj naturværdi i Danmark

Johannsen, Vivian Kvist; Kepfer Rojas, Sebastian; Schumacher, Johannes; Karlsson Nyed, Patrik

*Publication date:*  
2017

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Johannsen, V. K., Kepfer Rojas, S., Schumacher, J., & Karlsson Nyed, P. (2017). *Kortlægning af skov med potentiale for høj naturværdi i Danmark*. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. IGN Rapport



# Kortlægning af skov med potentiale for høj naturværdi i Danmark

Vivian Kvist Johannsen, Sebastian Kepfer Rojas, Johannes Schumacher  
og Patrik Karlsson Nyed

**Titel**

Kortlægning af skov med potentiale for høj naturværdi i Danmark

**Forfattere**

Vivian Kvist Johannsen, Sebastian Kepfer Rojas, Johannes Schumacher  
og Patrik Karlsson Nyed

**Bedes citeret**

Vivian Kvist Johannsen, Sebastian Kepfer Rojas, Johannes Schumacher  
og Patrik Karlsson Nyed (2017): Kortlægning af skov med potentiale  
for høj naturværdi i Danmark. IGN Rapport, december 2017,  
Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Frederiksberg. 46 s. ill.

**Udgiver**

Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning  
Københavns Universitet  
Rolighedsvej 23  
1958 Frederiksberg C  
ign@ign.ku.dk  
www.ign.ku.dk

**Ansvarshavende redaktør**

Claus Beier

**ISBN**

978-87-7903-777-9 (internet)

**Omslag**

Jette Alsing Larsen

**Publicering**

Rapporten er publiceret på [www.ign.ku.dk](http://www.ign.ku.dk)

**Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse**

Skriftlig tilladelse kræves, hvis man vil bruge instituttets navn og/eller  
dele af denne rapport i sammenhæng med salg og reklame

# Forord

Denne rapport beskriver arbejdet med at identificere metoder og udvikle kort til at identificere skov med højt potentiale for naturværdier og biodiversitet.

Projektet er hovedsagligt finansieret af 15. Juni Fonden og bygger på en lang række tilgængelige data for skovene og landskabet i Danmark.

Som input data i forhold til identifikation af skove med højt potentiale er anvendt data fra Miljøstyrelsens kortlægning af § 25 skove i 2016 samt kortlagte skovnaturtyper i 2006 på Naturstyrelsens arealer. Dertil har fire private distrikter har stillet deres kortlægning af nøglebiotoper til rådighed for udvikling og test af metoderne - Stiftelsen Sorø Akademi, Dønnerup Gods, Hedeselskabet og SkovSam. Alle distrikter takkes for dette bidrag til projektet.

En række forskere såvel som Følgegruppen for § 25 kortlægningen i tilknytning til Miljøstyrelsens arbejde med dette har bidraget med input i processen med konstruktive kommentarer og forslag.

Alle takkes for input.

December 2017

# Indhold

<b>FORORD .....</b>	<b>3</b>
<b>BAGGRUND.....</b>	<b>5</b>
<b>FORMÅL .....</b>	<b>6</b>
<b>DATA.....</b>	<b>6</b>
Kortafgrænsning og geometri.....	6
Kortlag - respons data.....	7
Kortlag - struktur og landskabs data.....	11
Kortlag - supplerende information.....	21
Kortlag - sammendrag .....	22
<b>METODER .....</b>	<b>23</b>
Sandsynlighedsmodel .....	23
Estimering af modeller .....	24
<b>RESULTATER.....</b>	<b>25</b>
Bootstrap analyser .....	25
Estimering af modeller .....	26
Anvendelse af modeller .....	29
Klassifikations test .....	30
<b>DISKUSSION OG PERSPEKTIVER .....</b>	<b>32</b>
Model estimater .....	32
Usikkerheder .....	33
Sammenhæng med HNV-skovkort.....	34
Mulig anvendelse .....	35
Udvikling og videre test.....	35
<b>AFSLUTNING.....</b>	<b>36</b>
<b>TAK TIL .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERENCER .....</b>	<b>37</b>
<b>BILAG 1 SUPPLERENDE BOOTSTRAP RESULTATER .....</b>	<b>40</b>
<b>BILAG 2 INFORMATION OM KORTLAG OG SAMLET DATASÆT.....</b>	<b>43</b>

## Baggrund

Biodiversitet er et centralt emne i den aktuelle naturforvaltning og i de mange initiativer, der tages nationalt såvel som internationalt: Biodiversitets Konventionen, Habitatdirektivet, Naturpakken samt en række andre nationale og internationale initiativer.

Biodiversitet udgøres af variation i arter, gener og økosystemer. Der er brug for indikatorer, der kan bidrage til identifikationen af arealer med et højt potentiale for biodiversitet, så forvaltningen kan målrettes sådanne arealer. Selvom skovene for 200 år siden kun udgjorde mindre end 3 procent af Danmarks areal, så er biodiversiteten i dag i høj grad knyttet til skove og skovlandskaber. En stor del af de rødlistede arter findes i tilknytning til træer og skove.

Konceptet med 'High Nature Value (HNV)' blev lanceret i 1993 med primært fokus på lysåbne landbrugssystemer. HNV indikatoren udsprang således af en erkendelse af visse ekstensive land- og skovbrugssystemer betydning for biodiversitet. Som sådan blev HNV valgt som et instrument i Landdistrikts programmet (Rural Development Regulation, RDR (Council Regulations EC1257/1999 and EC 1698/2005) til sikring/fremme af biodiversiteten associeret med disse ekstensive produktionssystemer. I 2014 lancerede EEA (Chirici et al 2014) en teknisk rapport om HNV skov kortlægning og der arbejdes på standardiserede metoder på europæisk niveau.

I Danmark blev der i 2012 lavet et HNV kort for lysåbne naturtyper (Ejrnæs et al 2012), og i 2014 blev Biodiversitetskortet lanceret som omfatter hele Danmarks landareal (Ejrnæs et al 2014) og har såvel en HNV-kortlægning som et oplæg til prioritering inden for landarealet. I 2015 blev der lavet et HNV-skovkort for Danmark, med fokus på skovarealet (Johannsen et al 2015). I disse forskellige projekter blev en række proxy variable for strukturer, tidligere kortlægninger og viden om forvaltning kombineret med informationer om rødlistede arter brugt til en kortlægning af arealer med høj naturværdi i varierende polygon størrelser. I 2015 blev der foretaget en kortlægning af Naturstyrelsens arealer i Vestsjælland med det mål at identificere biodiversitets hot spots og give grundlag for senere prioritering og restaurerings projekter. Projektet inkluderede feltobservationer og kortlægning (Raulund-Rasmussen et al 2014).

Siden Naturskovsstrategien blev udgivet i 1994 (Skov- og Naturstyrelsen 1994), er der igennem forskellige tiltag foretaget identifikation og kortlægning af nøglebiotoper i mange danske skove. Dette er sket efter bl.a. vejledning om registreringer af Hüberts & Pedersen (2001) og Skov- og

Naturstyrelsen (2001) samt efterfølgende som et helt centralt element i certificering af skove, herunder efter FSC (<https://dk.fsc.org/dk-dk>) og PEFC (<http://www.pefc.dk/>) ordningerne.

I Danmark kom der med 2004 Skovlovens § 25 ekstra fokus på skove med ”særlig naturmæssig værdi”. Kortlægningen heraf har hidtil været udført på et overordnet niveau, med fokus på større skovområder og uden målrettet feltregistrering. I løbet af 2016 er der sat en kortlægning i gang. Den er nu gennemført på Naturstyrelsens arealer.

## Formål

Det primære formål med projektet er udvikling af metoder der kan bidrage til at finde arealer med potentiale for høj værdi for biodiversitet. Projekt supplerer og bygger videre på de tidligere projekter. Metoderne kan benyttes til at udarbejde kortgrundlag, der kan danne basis for at udvælgelse af arealer til nærmere feltbesigtigelse som grundlag for videre forvaltning og prioritering af skove med høj værdi for biodiversitet.

Formålet er endvidere at metoder og kortlag giver et ensartet grundlag for hele skovarealet i Danmark ved at nyttiggøre de tilgængelige landsdækkende data og kortlag.

Dette projekt skal ses som et supplement til de øvrige analyser og projekter, der har kortlagt biodiversitet i Danmark - herunder HNV-skovkort og Biodiversitetskortet.

Det udarbejdede kortgrundlag kan danne grundlag for dialog mellem ejere, forvaltere og myndigheder. Desuden kan kortet via metoderne let opdateres efterhånden som supplerende data bliver tilgængelige.

## Data

### Kortafgrænsning og geometri

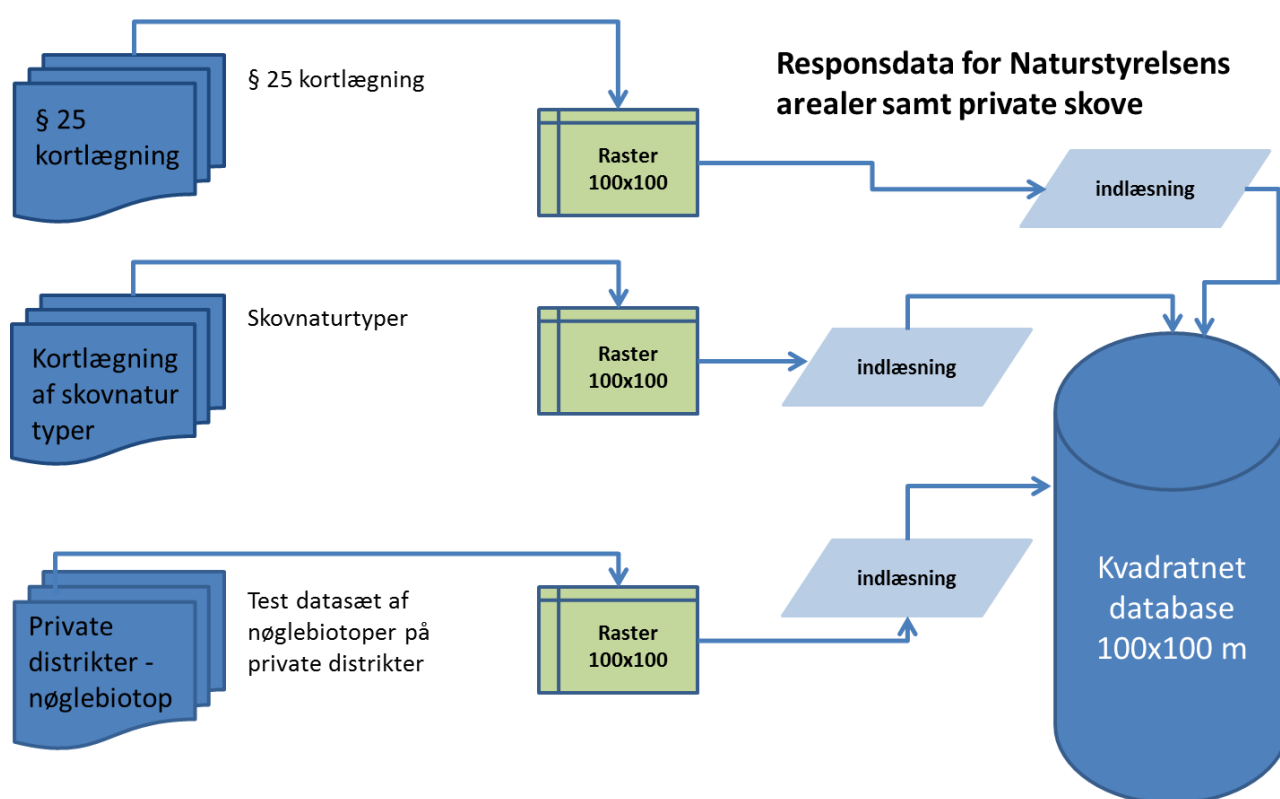
Der er fokuseret på skovarealet i Danmark, baseret på kortlægning af skovarealet ift. Danmarks kulstofrapportering (Levin et al 2014). Såvel kortlag over respons med forekomst af de udvalgte/kortlagte skovtyper som alle kortlag med struktur og landskabsdata er overført til 100x100 m kvadratnet, pixler (Origo X:441.370, Y: 6.049.660, UTM EUREF 89, Zone 32), som i dette projekt bliver anvendt for hele landet - inkl. Bornholm (Se Tabel 1 for udstrækning og areal). Ved at anvende denne raster tilgang gøres analysen uafhængig af en rumlig opdeling af skovarealet (fx skovpolygoner eller bevoksningsafgrænsning fra skovejere), den er mere fleksibel for brugerne og kan bedre samle input fra de forskellige datakilder (med varierende opløsning).

	x - min	x max	y min	y max	Areal
Model areal	444.070	890.270	6.058.460	6.398.760	114.377
Total skovareal	444.070	892.670	6.051.260	6.401.560	645.792
DK areal	441.370	892.870	6.049.660	6.402.060	4.222.566

**Tabel 1** Beskrivelse af udstrækning og areal for modeludviklingen, skovareal og Danmarks areal. X og Y er angivet i UTM EUREF 89, Zone 32

## Kortlag - respons data

I dette projekt anvendes kortlagte arealer, med høj naturmæssig værdi, som respons. I Figur 1 er angivet et flow diagram for processerne.



**Figur 1** Flowdiagram for responsdata.

## Kortlægningsdata - Naturstyrelsen

Miljøstyrelsen har i løbet af 2016 gennemgået hele Naturstyrelsens areal og med grundlag i en feltnøgle for § 25 skove (Møller 2016) kortlagt en række arealer som 'naturmæssigt særlig værdifulde skove' efter Skovlovens § 25. Som grundlag for gennemgangen blev der på grundlag af Naturstyrelsens planlægnings- og registerdata udvalgt et antal arealer. Der blev besigtiget en række arealer, som indeholder et eller flere nøgleelementer for strukturel diversitet (fx alder, kontinuitet etc.). Det samlede kortlægningsdata fra Miljøstyrelsen giver således grundlag for en trinvis opdeling af det samlede skovareal kortlagt som § 25 skove under Naturstyrelsen (I), samt særlige typer af §



25 fugtige lavskove (II) og skove med store løvtræer (III). Tabel 3 giver en samlet opgørelse af arealet og delmængderne heraf.

I tillæg til denne nye kortlægning inddrages også kortlægning af skovnaturtyper efter Habitatdirektivet, som blev gennemført i 2005-2006. Baseret på data på Miljøportalen blev arealer med skovnaturtyperne med den højeste skovtilstand udvalgt som supplement til § 25 kortlægningen (Genkortlægning af skovnaturtyper i 2016-2018 er stadig i proces og kunne derfor ikke anvendes). Der blev således udvalgt skovnaturtyper med følgende naturtyper angivet i Tabel 2.

Type	Navn	I	II	III
2180	Kliskov	x		
9110	Bøg på mor	x		x
9120	Bøg på mor med kristtorn	x		x
9130	Bød på muld	x		x
9150	Bøg på kalk	x		x
9160	Ege-blandskov	x		x
9170	Vinteregeskov	x		x
9190	Stilkege-krat	x		
91D0	Skovbevokset tørvemose	x	x	
91E0	Elle- og askeskov	x	x	

**Tabel 2** Beskrivelse af udvalgte Natura 2000 skovnaturtyper og deres kobling til inddeling i typer.

### Kortlægningsdata - private skove

Fire private distrikter har også stillet deres kortlægningsdata til rådighed for udviklingen af dette projekt: Stiftelsen Sorø Akademi, Dønnerup Gods, Hedeselskabet og SkovSam. For disse distrikter var følgende data til rådighed: Distrikternes totale areal samt areal og type information om nøglebiotoper. Nøglebiotoperne på distrikterne er kortlagt efter vejledninger fra Miljø- og Energiministeriet (Skov- og Naturstyrelsen 2001) og efter certificeringsordninger (fx FSC og PEFC). Der er lidt variation i metoderne, men også for de private nøglebiotoper var det muligt at identificere nogle af nøglebiotoperne efter de samme undergrupper (I - III) som for Naturstyrelsens arealer, og dermed finde arealer med høj værdi for natur, fugtige skove og skove med store løvtræer. En samlet oversigt over kortlægningsdata er givet i Tabel 3.

### Kortlag - respons sammenfatning

Baseret på kortlægningsdata fra Naturstyrelsen og fra de private skovdistrikter er der for hver pixel på 100x100 m angivet om der forekommer arealer jf. Tabel 3. Dermed fastlægges respons for hver pixel med information om der forekommer:

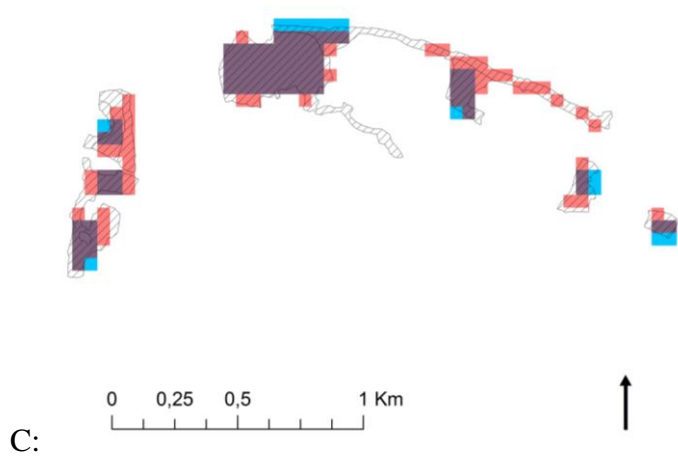
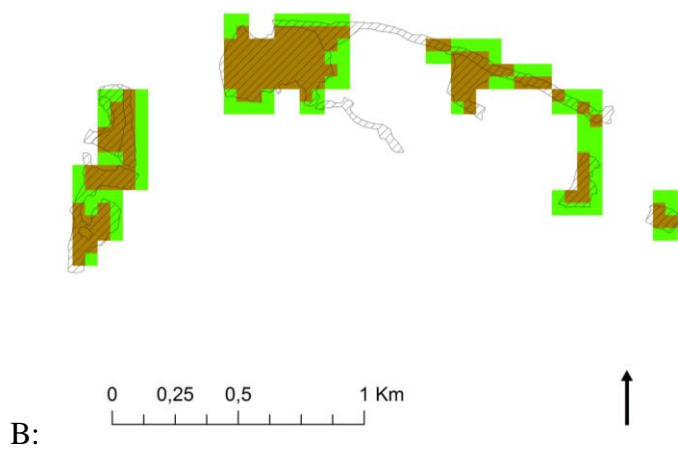
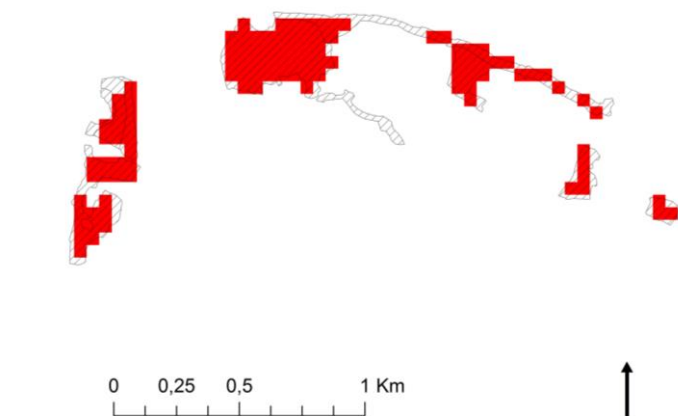
- I. kortlagt § 25 skov (delmængde af A) og Skovnaturtyper med høj skovtilstand.

- II. kortlagt lavskov (svarende til askemoser og § 25 nøglens koder: 6a, 6b, 6c) samt skovnaturtyper 91D0 og 91E0. Delmængde af I.
- III. kortlagt højskov domineret af store, gamle træer (svarende til overmoden skov og § 25 nøglens koder: 4a, 9b, 9c, 10c, 10d, 12a, 12b ) samt skovnaturtyperne 9110-9170. Delmængde af I.

Kilde	Areal ha	Areal (h>0) ha	I areal ha	II areal ha	III areal ha
Naturstyrelsen	113.543	86.910	7.426	1.984	4.291
Private skove	17.101	14.835	187	58	109
I alt	130.644	104.064	6.293	953	1.680

**Tabel 3** Beskrivelse af modelarealet for hhv. Naturstyrelsen og de private skove, alt ift. antal pixels á 1 ha. § 25 skove og N2K skove (I) samt særlige typer af § 25 fugtige lavskove (II) og skove med store løvtræer (III). II og III er en delmængde af I.

I analysen af respons blev der set på den rummelige opløsning. Således er en del af de kortlagte naturmæssigt værdifulde skovområder, ganske små med areal størrelser under 1 ha. Responsdata blev derfor testet efter to geometriske principper for hvornår en given pixel blev angivet som værende repræsentativ for potentiale: 1) hvor en kortlagt skov udgjorde mere end 50 % af en pixel på 100x100 m og 2) hvor en kortlagt skov udgjorde mere end 50 % af en af 4 dele af en pixel på 50x50 m. I Figur 2 er vist sammenhæng mellem kortlægning og de to principper for overførsel til respons laget på 100x100 m pixler.

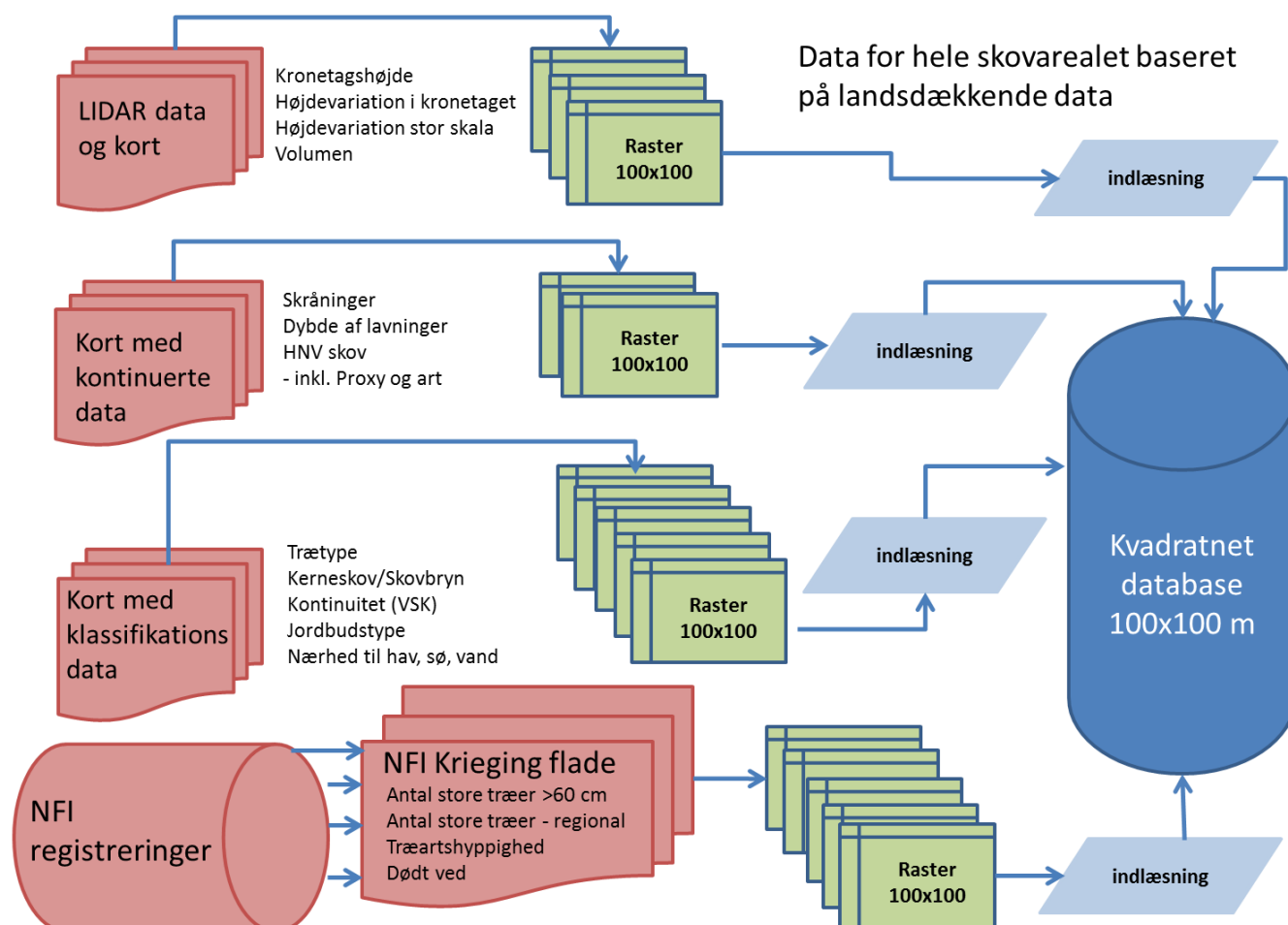


**Figur 2 Geometrisk opløsning: A) 50 m pixler fra polygoner (rød), B) 100 m pixler baseret på 50 m pixler (grøn), C) 100 m pixler baseret på polygoner (blå). Bemærk at B) medtager et større antal 100 m pixler end C.**

## Kortlag - struktur og landskabs data

I udvælgelsen af kortlag, der kan danne grundlag for kortlægningen, er der fokuseret på informationer, der opfylder kriterier om at være tilgængelige for hele landet. Derudover skal de være uafhængige af lokale skovkortlægninger og registerdata, samt have en forventet betydning for biologisk mangfoldighed herunder strukturer, der skaber/sikrer levesteder.

Grundlæggende er alle datalag blevet overført til raster datasæt med en opløsning på 100x100 m, pixler, med reference til startpunktet  $x = 441.370$  og  $y = 6.049.660$  (UTM EUREF 89, zone 32). I det følgende gives en kort beskrivelse af de enkelte datalag. I Figur 3 er angivet et flow diagram for processerne.



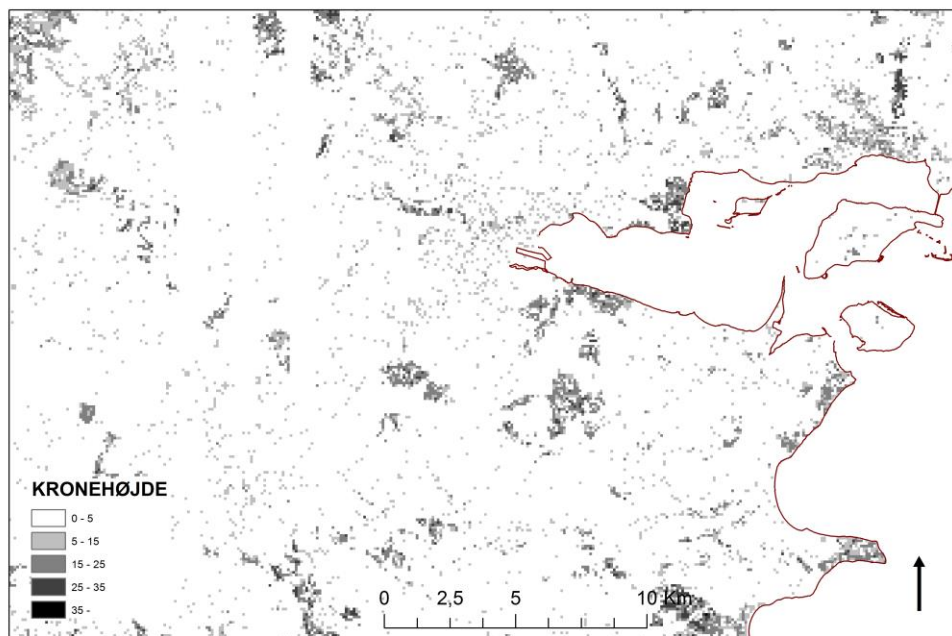
Figur 3 Flowdiagram for struktur og landskabsdata

## Skovstruktur - Kronetagshøjde (CHM)

Høje, og dermed ældre, træer forventes at rumme flere levesteder. Træers højde er et resultat af træart, vækstvilkår, alder samt til en vis grad historisk forvaltning. Træhøjden er samtidig også en afspejling af tykkelsen af træerne, dog igen påvirket af træernes tæthed nu og tidligere.

Kronehøjdemodellen (CHM) er baseret på laserscanner data optaget fra fly (LiDAR) (2014/2015). Kronehøjdemodellen blev beregnet på rå data og sammendraget på 25x25 m skala. Detaljerne i fremgangsmåden fremgår af Nord-Larsen et al. (2017).

For hver pixel i rasterlaget er angivet den gennemsnitlige kronehøjde på en kontinuert skala (Figur 4).



**Figur 4 Kronehøjde**

### **Skovstruktur - volumen (VOL)**

En vedmasserig skovbevoksning er ikke altid optimal ift. at sikre levesteder. Men, det blev besluttet at teste denne variable af ift. afklare hvorledes den påvirker/samspiller med de øvrige inputdata.

Stående vedmasse er baseret på laserscanner data optaget fra fly (LiDAR) (2014/2015).

Vedmassemodellen blev beregnet på rå data og sammendraget på 25x25 m skala. Detaljerne i fremgangsmåden fremgår af Nord-Larsen et al. (2017).

For hver pixel i rasterlaget er angivet den gennemsnitlige volumen på en kontinuert skala.

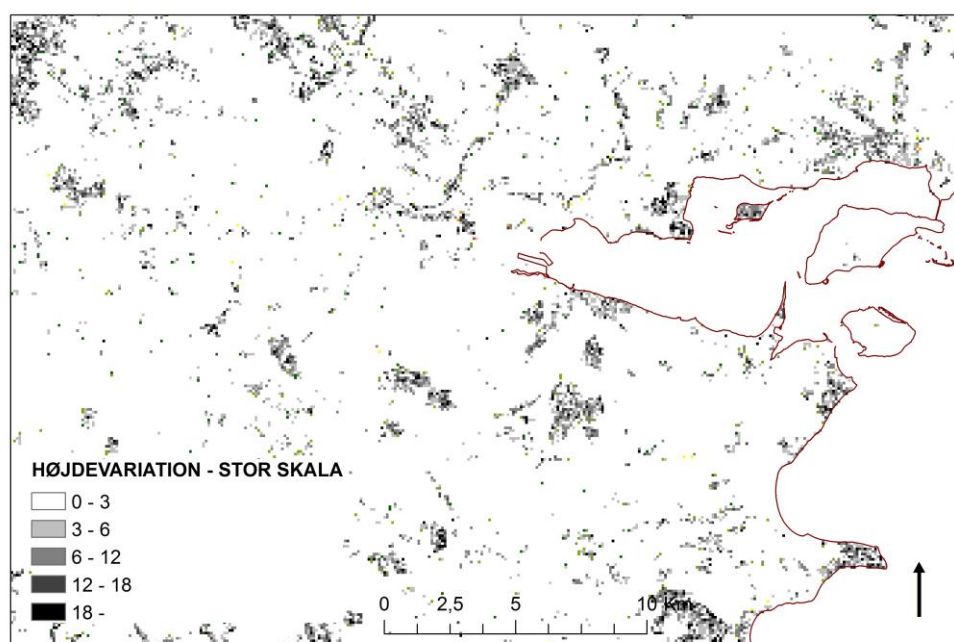
### **Skovstruktur - Højdevariation i kronetaget (CHSD)**

Variation i højden af træerne afspejler variation i bevoksningen. En større variation forventes at bidrage positivt til mængden af levesteder og afspejler en bevoksningsstruktur, som ikke er homogeniseret. Træhøjdevariationen er defineret som standard afvigelse af træhøjder på 25x25 m skala. Denne inputdata er baseret på LiDAR data fra 2007. Beregningsdetaljer findes i Schumacher

et al. (2014b). For hver pixel i rasterlaget er angivet den gennemsnitlige kronehøjdevariation på en kontinuert skala.

### **Skovstruktur - Højdevariation i stor skala (CHSL)**

Større skala variation i højden i skovene afspejler forekomst af fx skovbryn, lysåbninger og større forskelle i bevoksningsalder. Denne inputdata er baseret på kronehøjdemodellen (CHM - Nord-Larsen et al 2017) med hældning af overfladen af kronehøjden som index. For hver pixel i rasterlaget er angivet den gennemsnitlige hældning af kronetaget på en kontinuert skala.



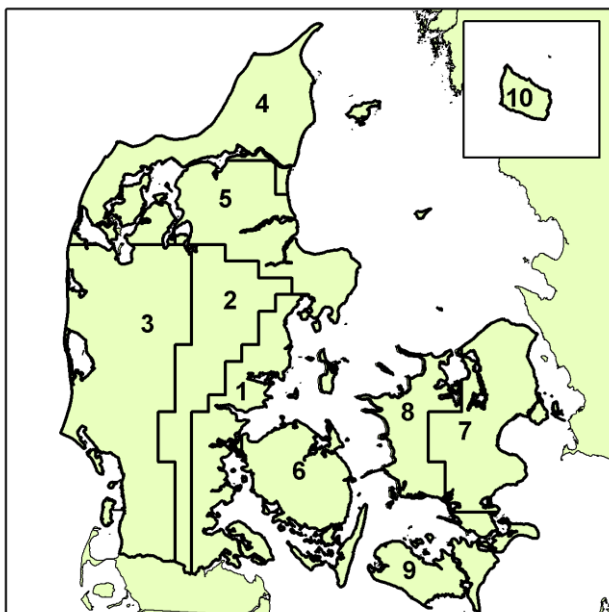
**Figur 5 Stor skala højdevariation**

### **Skovstruktur - Antal store, gamle træer (D60, DLA)**

Antal af store, gamle træer giver vigtig information om potentialet for biologisk mangfoldighed og er et af nøgleelementerne i kortlægning af naturmæssigt særligt værdifulde skove (§ 25 skove). Som i arbejdet med HNV-skovkortet (Johannsen et al 2015), er der anvendt to metoder til at bestemme antallet af store og gamle træer, der begge anvender diameter i 1,3 meters højde over terræn som indikator for træers alder og dimension. Den ene metode ser på hvor mange træer med diameter i brysthøjde > 60 cm, der er i prøvefladen. Den anden metode vurderer forskellige træarters størrelse i forhold til hvilken vækstregion, de vokser i, da den maksimale diameter er afhængig af vækstregion. Dermed kan man få en indikation af antal gamle træer. Diameter grænserne for træarterne i de forskellige vækstregioner fremgår af Tabel 4 og vækstregionerne af Figur 6, og vil under danske vækstvilkår, forvaltning og genetik i træerne svare til aldre på ca. 100 år.

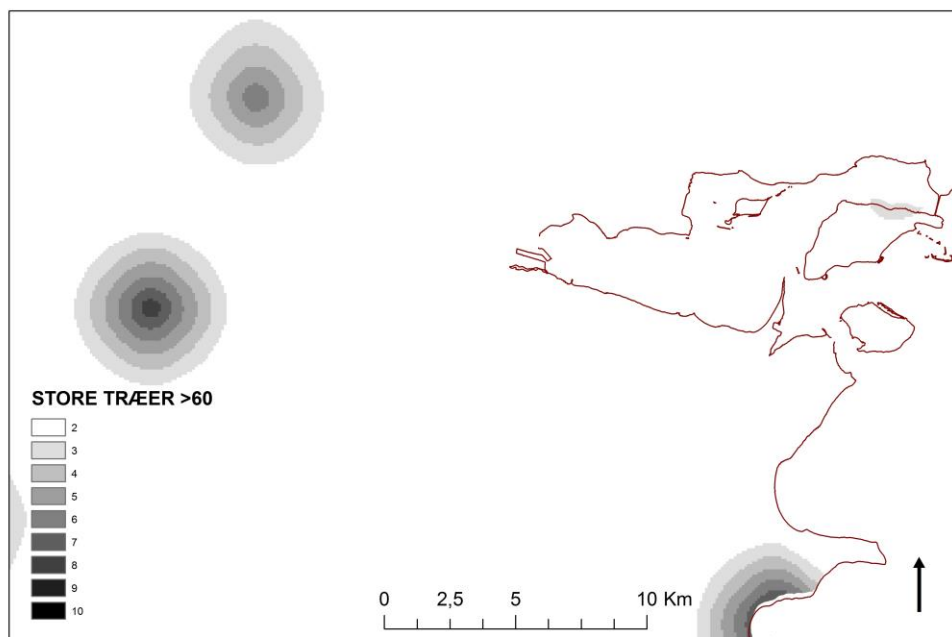
Træart	Vækstregion Sjælland, øerne og Østjylland	Vækstregion Nordjylland syd for Limfjorden og Bornholm	Vækstregion Nordjylland nord for Limfjorden	Vækstregion Vestjylland
Bøg / Eg (cm)	80	60	60	50
Andet løv (cm)	60	50	50	40
Nåletræer (cm)	50	50	40	40

Tabel 4 Diametergrænser for gamle træer i forskellige vækstregioner i Danmark.

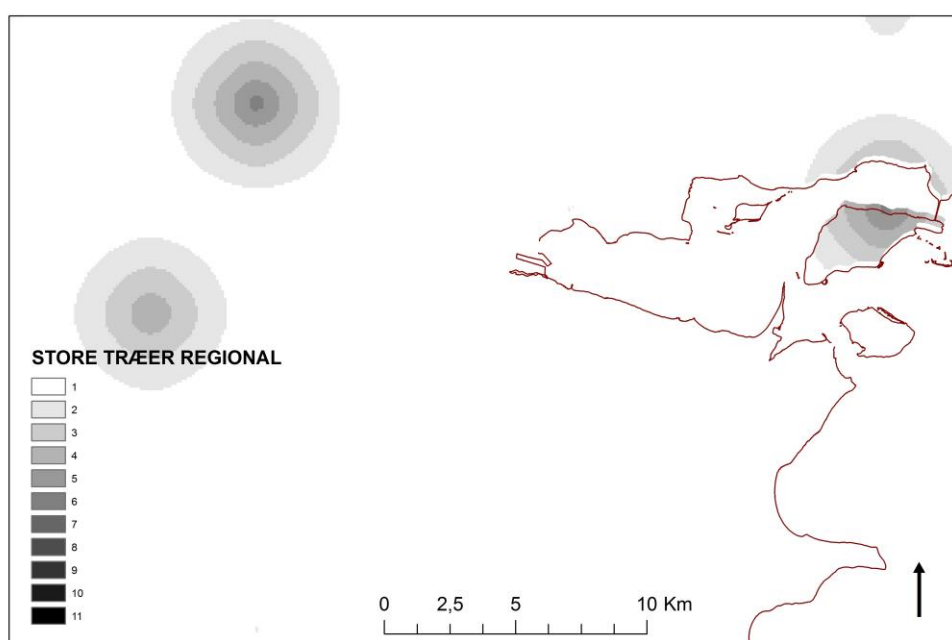


Figur 6 Inddelingen af Danmark i vækstregioner (baseret på Jacobsen 1976).

Hvor der i HNV-skovkortet blev arbejdet med værdier for 4x4 km kvadrater, er der i dette projekt arbejdet med et udjævnet kortlag baseret på 5 års data fra NFI'en og hvor der er interpoleret til hver pixel i 100 m rasterlaget baseret på minimum 16 prøveflader og 4 km søgeradius. Dette er udført for begge de to metoder til fastlæggelse af store, gamle træer og giver et kontinuert tal for hver pixel for hyppigheden af store, gamle træer.



**Figur 7 Store træer > 60 cm**



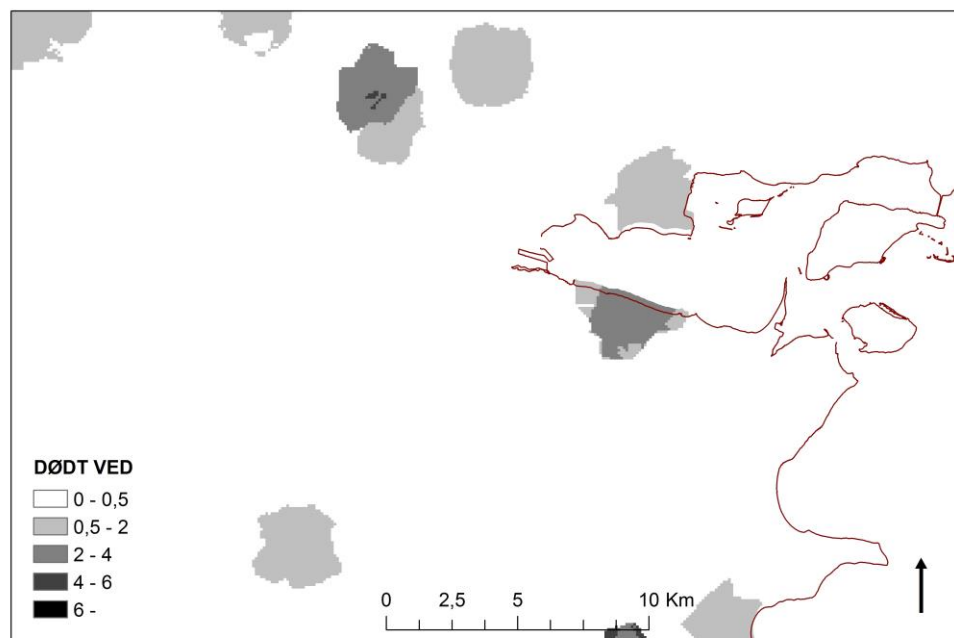
**Figur 8 Store træer regional**

### **Skovstruktur - Dødt ved (DW)**

Forekomsten af dødt ved er et element i kortlægning og identifikation af naturmæssig særlig værdifulde skove, da det er afgørende for en lang række arter. Data for dødt ved registreres i NFI'en. Hvor der i HNV-skovkortet blev arbejdet med værdier for 4x4 km kvadrater, er der i dette



projekt arbejdet med et udjævnet kortlag baseret på 5 års data fra NFI'en og hvor der ved brug af en matematisk udjævning (krieking) er fastlagt en værdi for hver pixel i 100 m rasterlaget, baseret på observationer i de nærmeste 16 NFI prøveflader og deres afstand til den pågældende pixel.



**Figur 9 Dødt ved**

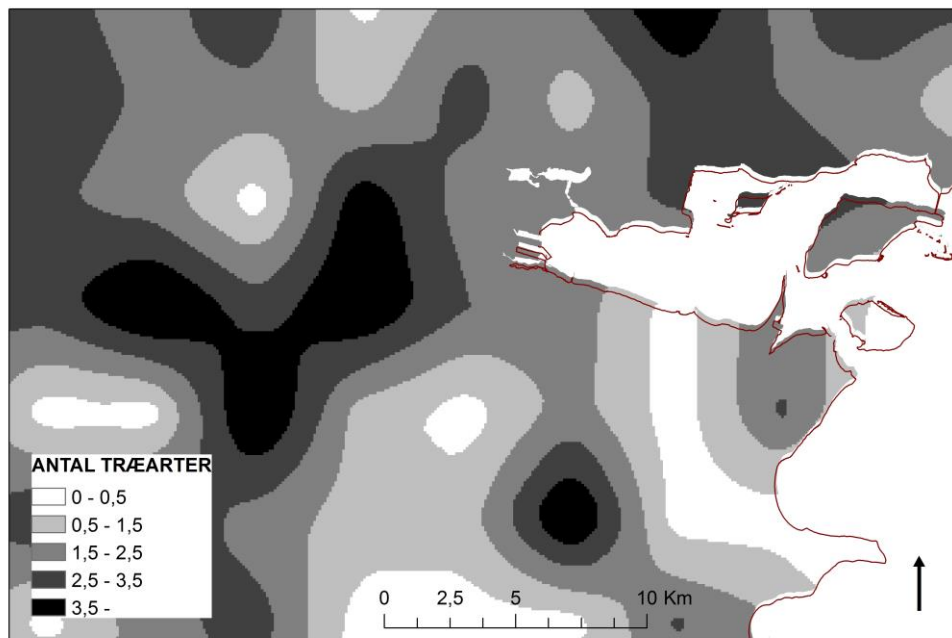
### **Skovstruktur - Skovtype (TT)**

En central information om skovene er træartssammensætningen, herunder om det er løv eller nål. Der er blevet lavet en kortlægning baseret på LiDAR data og infrarøde farvebilleder (CIR) fra 2007. Kortlægningen er mest sikker for kortlægning af enten løv eller nål (82 % korrekt) og mindre for blandede bevoksninger. Flere informationer om kortets udvikling og usikkerhed kan findes i Schumacher & Nord-Larsen (2014) og Schumacher et al. (2014b). Det oprindelige kort er baseret på 25x25 m pixler. For hver pixel er angivet, om det er nål (1: nål > 75 %), løv (2: løv > 75 %) eller blandet (3: nål < 75 % og løv < 75 %). Hvor træartssammensætningen ikke har kunnet fastlægges angives koden 0. I denne analyse blev der for hver 100 m pixel angivet den hyppigste trætype.

### **Skovstruktur - Træartsantal (NSPE)**

I forbindelse med NFI'en registreres antal træarter på alle prøvefladerne. Antallet af træarter er udtryk for en kombination af vækstvilkår og forvaltningshistorik, idet mange træer i skovene er plantede. Det er et udtryk for variationen i skoven, og dermed påvirkninger af potentialet for biologisk mangfoldighed. Hvor der i HNV-skovkortet blev arbejdet med værdier for 4x4 km kvadrater, er der i dette projekt ved brug af en matematisk udjævning fastlagt en værdi for hver

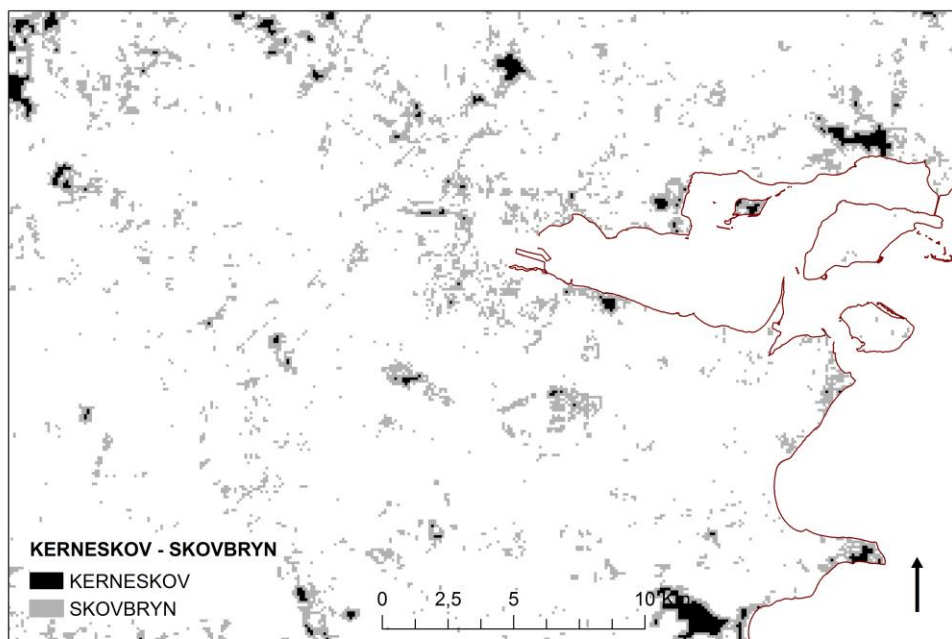
pixel i 100 m rasterlaget. Dette kortlag er baseret på 5 års data fra NFI'en og minimum 16 prøveflader med en 4 km søgeradius. Dette giver et kontinuert tal for hver pixel for antallet af træarter.



**Figur 10** Træarts antal

### **Landskab - Kerneskov (CORE)**

Kerneskov defineres i denne analyse som skovarealer med mere end 120 m til nærmeste skovkant, såvel indre som ydre. Kortlægningen af kerneskov er baseret på skovkortlægningen fra 2011 (Huber & Tøttrup 2012) og analysen er udført med programmet GUIDOS (Vogt 2010) med en opløsning på 30x30 m. Kerneskov vil være mindre påvirket af vind og luftbårne stoffer end skovkanterne, ligesom andre forstyrrelser (trafik) oftest vil være mindre. Hvor der forekommer areal med kerneskov inden for en pixel i rasterlaget, har denne fået værdien 1.



**Figur 11 Kerneskov og skovbryn**

### **Landskab - Skovbryn (EDGE)**

Skovbryn defineres i denne analyse som skovarealer i de yderste 120 m af skovene, og omfatter således også små skove, smalle skovområder og forbindelser mellem større skovarealer.

Kortlægningen af skovbryn er baseret på skovkortlægningen fra 2011 (Huber & Tøttrup 2012) og analysen er udført med programmet GUIDOS (Vogt 2010) med en opløsning på 30x30 m.

Skovbryn er fastlagt ved en 4 pixler af 30 m.

Skovbryn rummer en større variation af levesteder i form af bl.a. flere træarter, stor variation i størrelse af træer, overgang mellem lysåbne naturtyper og skove. Samtidig kan skovbryn være påvirket af de omkringliggende arealer, fx positivt ved nærhed til søer eller negativt ved nærhed til industri. Samlet giver den store variation at mange arter har tilknytning helt eller delvist til skovbryn. Hvor der forekommer areal med skovbryn inden for en pixel i rasterlaget har denne fået værdien 1. Der er i denne analyse ikke skelnet mellem forskellige skovbryn herunder ikke efter naboarealers anvendelse.

### **Landskab - Kontinuitet (VSK)**

Videnskabernes Selskabs kort, som viser, hvor der var skov omkring 1780'erne, er en kilde til information om tidsmæssig kontinuitet. Hvor der aktuelt er skov på disse arealer, har der potentielt være kontinuitet i mere end 200 år. Der kan dog have været perioder, hvor skovarealet har været

ryddet for skov. Hvor der forekommer areal med skovkontinuitet inden for en pixel i rasterlaget, har denne fået værdien 1.

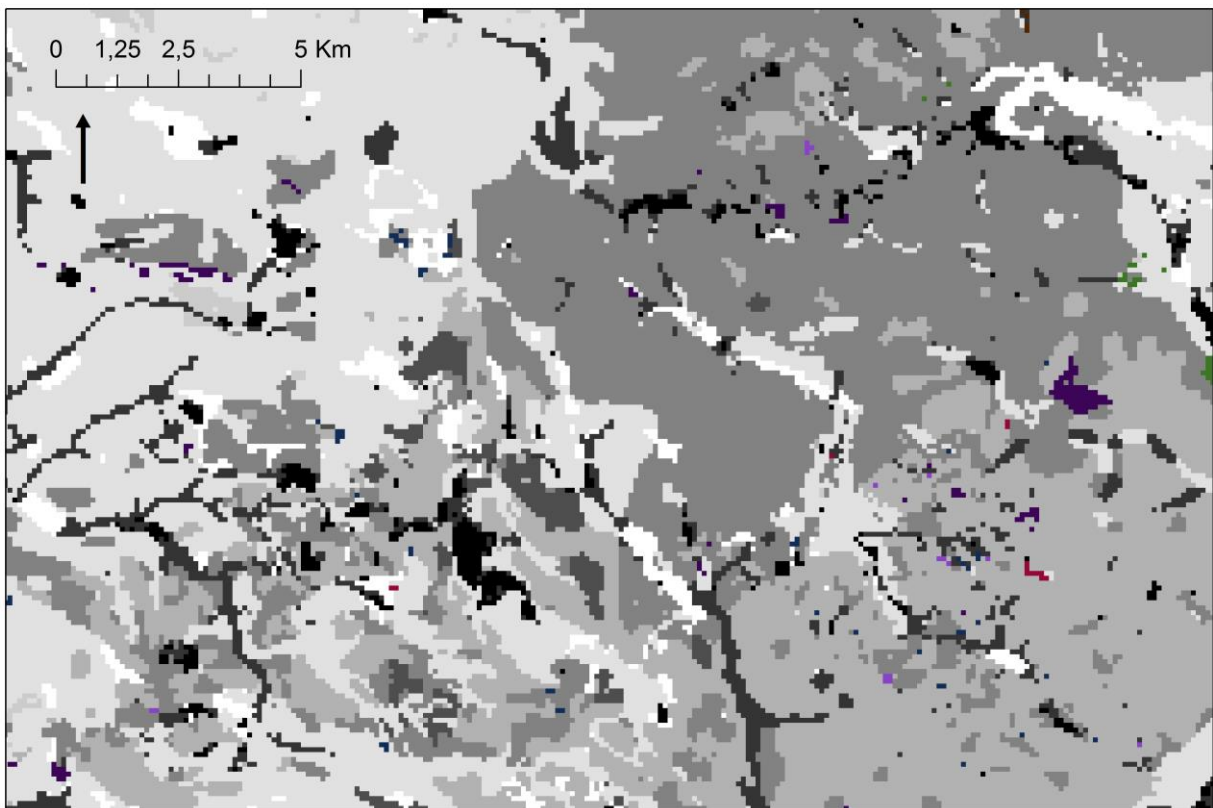
### Vækstvilkår - Jordbundstype (JTYP)

Jordbunden udgør et centralt vækstvilkår for planter og dermed for potentialet for biologisk mangfoldighed (Flensted et al 2016). Baseret på GEUS's digitale kortlægning af jordbundstyper (Jakobsen et al 2015) kan der angives en dominerende jordbundstype for arealet i dybden 1 m for hele Danmark.

I den oprindelige kortlægning af jordbundstyper er der 82 forskellige typer. I analyserne er de samlet til nogle hovedgrupper af jordbundstyper, med to niveauer - en med 7 grupper og en med 4 grupper, idet jordbundstyperne er samlet med fokus på vækstvilkår. Den hyppigst forekommende jordbundstype (TSYM i original datalaget) danner grundlag for klassifikationen af hver pixel i rasterlaget.

<b>JTYP</b>	<b>Jordindex</b>	<b>Koder ift. GEUS' digitale jordbundskortlægning</b>
GS (grus, sand)	GR (grus)	3, 17, 18, 20, 21, 29, 55, 63, 68, 72, 79, 82, 83, 85, 86, 87, 90
	SA (sand)	1, 2, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 32, 33, 39, 42, 48, 59, 64, 73, 80
KA (kalkholdig)	KA (kalkholdig)	46, 51, 58, 61, 74, 76, 89
EI (ler, silt)	LE (ler)	10, 14, 19, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 38, 44, 45, 49, 52, 56, 65, 69, 70, 71
	SI (silt)	41, 54, 57, 60, 78
	TP (Tørv, gytje etc)	4, 12, 27, 35, 43, 75, 77
OA (andet)	VA (vekslende jordbund)	8, 16, 31, 50, 67, 84, 95
	OT (an)	6, 24, 34, 36, 37, 40, 47, 53, 62, 81, 88, 91, 92

Tabel 5 Jordbund – index og sammenhæng til GEUS' digitale jordbundskortlægning.



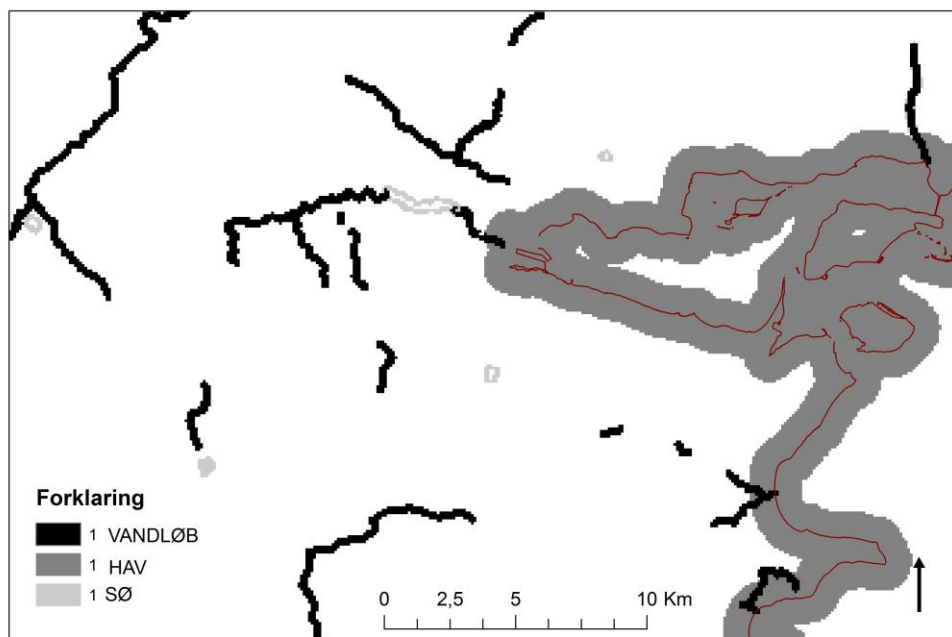
Figur 12 Jordbundskortlægning (JTYP)

#### **Vækstvilkår - skråninger (SLP)**

Skråninger mindsker sandsynligheden for at arealer er påvirket af jordbearbejdning samt skaber flere levesteder og variation i skovbevoksningen. Baseret på den landsdækkende opmåling af landets overflade (DEM - Digital Elevation Model) er der beregnet hældning på 10x10 m niveau. Efterfølgende er dette sammendraget til gennemsnitlig værdi for hver pixel i rasterlaget.

#### **Vækstvilkår - Nærhed til vand (HAV, SOE, VAND)**

Nærhed til vand i form af hav, søer og vandløb kan have stor betydning for den biologiske mangfoldighed, der kan udvikle sig på en given lokalitet, enten direkte i kraft af (varierende) fugtighed eller indirekte som følge af variation i levesteder. Derfor er der inddraget nærhed til kyst med en afstand på 1 km samt sø- eller å-beskyttelseslinje på 150 m fra visse søer og vandløb, som det fremgår af datalag på Miljøportalen (Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning). Disse 3 elementer giver 3 landsdækkende datalag. Hvor der forekommer areal med nærhed til hav, sø eller vand inden for en pixel i rasterlaget har det respektive datalag fået værdien 1.



Figur 13 Kystnærhed (HAV), sø- og vandløbsnærhed (SØ og VANDLØB)

### Vækstvilkår - maximal dybde af lavninger (LAV)

Den lokale fugtighed kan have stor betydning for potentialet for udvikling af strukturer og levesteder for biologisk mangfoldighed. Baseret på den digitale terrænmodel er der beregnet lavninger over hele landet og tilhørende potentiel maksimal dybde for vand ved kraftig nedbør. Derfor er der for hver pixel i rasterlaget angivet den maksimale vanddybde af lavninger på en kontinuert skala.

### Kortlag - supplerende information

Følgende datalag er også overført til rasterdata, således at de kan indgå i den efterfølgende analyse, beskrivelse og brug af resultaterne, idet der for hver 100x100 m pixel er angivet:

- Forekomst af kortlagte skovnaturtyper efter Habitatdirektivet
- Forekomst af statsskov
- Areal indgår i udvikling af modellerne (såvel statsskov som de 4 private distrikter)
- Gennemsnitlig træhøjde er over 5 m
- Gennemsnitlig HNV-skovværdi
- Gennemsnitlig HNV - proxyscore
- Gennemsnitlig HNV - artsscore

## Kortlag - sammendrag

Til beskrivelse af variationen af de forskellige datalag er der i Tabel 6 (kontinuerte variable) og Tabel 7 (kategoriske variable) sammenstillet nøgle tal for de forskellige datalags informationer for såvel delmængden, der indgår i udviklingen af modellerne, som for det samlede skovareal.

I Bilag 1 er metadata for den datafil der indeholder såvel inputdata som resultater.

Inputdata	Enhed	Model areal			Total areal		
		Middel	Min	Max	Middel	Min	Max
Kronetagshøjde	m	20,3	2	47	16,0	0	50
Højdevariation i kronetaget	m	3,4	0	15,9	3,1	0	76,8
Højdevariation stor skala	grader	5,7	0	38,2	5,8	0	41,6
Volumen	m <sup>3</sup> /625 m <sup>2</sup>	15,5	0	66	11,9	0	68
Antal store træer >60 cm	/ha	0,3	0	10	0,3	0	10
Antal store træer - regional	/ha	1,2	0	9	1,2	0	11
Dødt ved	m <sup>2</sup> /ha	1,4	0	137	0,8	0	137
Træartshyppighed	/ha	2,4	0,5	5,5	2,4	0,5	5,5
Skråninger	grader	2	0	45	2,3	0	58
Maximal dybde af lavninger	cm	0,7	0	38,1	0,7	0	92,5
HNV	-	7,3	0	19	4,5	0	19
HNV Proxy	-	3,6	0	10	2,4	0	10
HNV Art	-	3,6	0	9	2,1	0	9

**Tabel 6 Databeskrivelse -sammendrag for datalag - model areal og total skovareal for kontinuerte variable med angivelse af middel/min/max.**

Inputdata	Klasse niveau	Model areal		Total areal	
		Antal	Pct. af samlet	Antal	Pct. af samlet
Trætype (løv, nål, blandet)	0	49.797	38	312.142	46
	1	37.454	29	134.910	20
	2	31.682	24	161.550	24
	3	10.858	8	61.093	9
Kerneskov	1	38.531	29	98.649	15
Skovbryn	1	50.757	39	375.567	56
Kontinuitet (VSK)	1	32.769	25	167.093	25
Jordbudstype	EI	39.837	30	254.398	38
	GS	87.728	67	410.790	61
	KA	709	1	1.305	0
	OA	2.370	2	5.630	1
Nærhed til hav	1	16.024	12	70.941	11
Nærhed til sø beskyttelseslinje	1	6.605	5	22.369	3
Nærhed til vandløbs beskyttelseslinje	1	4.547	3	29.099	4

**Tabel 7 Databeskrivelse -sammendrag for datalag - model areal og total skovareal for kategoriske variable, med angivelse af antal pixler med den pågældende værdi og deres andel af arealet for hhv. modeludviklingen og for skovarealet i alt.**

## Metoder

Målet med dette projekt er at udvikle og estimere modeller for sandsynligheden for at et givet areal har en høj potentiel værdi for biodiversitet. I kortlægningen af HNV lysåben natur (Ejrnæs et al 2012, Brunbjerg et al. 2016), Biodiversitetskortet (Ejrnæs et al 2014) og HNV-skovkortet (Johannsen et al 2015) blev eksisterende viden om forekomst af rødlistede arter koblet med afgrænsede skovpolygoner anvendt som respons for at identificere skovpolygoner med en høj artsscore. I dette projekt anvendes kortlagte arealer, med naturmæssig værdi efter Skovlovens § 25 og skovnaturtyper med højeste score på skovtilstand som respons. De enkelte kortlag er beskrevet i afsnittet om "Kortlag - respons data" hvor værdien er fastlagt ud fra arealernes funktion og struktur som angivet i kriterierne for § 25 skove eller i skovtilstand. Det er målet at kunne anvende de tilgængelige kortlag for struktur og landskabsdata til at modellere en sandsynlighed for at finde arealer med potentiale for at rumme biodiversitet. Dermed forventer vi, at disse modeller supplerer de tidligere kortlægninger med data for rødlistede arter som respons. Der er lavet separate analyser for de forskellige kortlag med respons (Tabel 3). I estimering af modellerne er responslaget for Naturstyrelsen anvendt, mens responslaget for de private distrikter, er anvendt til kontrol af modellerne.

## Sandsynlighedsmodel

I arbejdet med sandsynlighedsmodellerne er der grundlæggende arbejdet med logistiske regressioner, hvor forekomst af kortlagt naturtype er den centrale respons, mens værdierne for de forskellige datalag indgår som forklarende variable (inputdata). Analyserne er udført med statistikprogrammet SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.) i proceduren Proc Logistic.

Den principielle beregning af sandsynlighederne sker ud fra følgende formel

$$p = 1 / (1 + \exp(-\text{link})) ;$$

hvor link er sum af de enkelte variables (n) bidrag -  $\text{Link} = \sum_1^n \alpha_n x_n$ . Der er ikke indbygget et offset i modellerne. De grundlæggende teknikker omkring estimering og selektion af modellerne anvendes også i mere automatiserede algoritmer fx til klassifikation af satellitbilleder ved brug af mange inputvariable og responsvariable, hvor de benævnes 'random forest classifier'. Disse er kendetegnet ved automatiserede processer til selektion af model variable og med iterative tests på delmængder af det tilgængelige data (eksempler kan findes i Rodriguez-Galiano et al 2011. Belgiu & Drăguț 2016).



## Estimering af modeller

Forekomsten af respons (for hver responslag I-III) forekommer på en andel af det samlede areal, der indgår i udvikling af modellerne (Tabel 3). Der er lavet uafhængige analyser for alle responslag. For at sikre et balanceret datagrundlag for udvikling af modellerne for sandsynlighed udvælges et tilfældigt reference datasæt blandt de pixler der ikke er omfattet af det pågældende respons lag. Omfanget er udvalgt for at sikre at der som minimum er dobbelt så stort et reference datasæt som modeldatasættet<sup>1</sup>. Det samlede datasæt der indgår i analysen omfatter således hele responslaget samt et referencedatasæt.

For at undgå en bias i reference datasættet, blev det besluttet at foretage en bootstrap analyse, hvor der 500 eller 1000 gange udvælges et nyt reference data sæt fra det fulde modelareal. For hvert datasæt foretages en beregning for at afklare hvilke inputdata, der indgår i en model der forklarer forskellen på arealer med og uden positivt respons<sup>2</sup>. For model II og III, der repræsenterer færre forekomster, blev der foretaget 1.000 bootstrap analyser for at undgå bias.

Samlet giver disse mange analyser af forskellige datasæt en indikation af hvilke inputdata, der bedst beskriver sandsynligheden for forekomst af den udvalgte respons. Såvel bidrag til modellen som fordelingen af parameter estimater angiver, hvor stabil hver inputdata er i sit bidrag til at forudsige sandsynligheden for den udvalgte respons. Der arbejdes med såvel kategoriske variable (fx forekomst af kerneskov eller ej - Tabel 7) som kontinuerte data (fx kronetagshøjde Tabel 6).

Udvælgelse af inputdata der skal indgå i de endelige modeller baseres på at inputdata skal være med i mere end 50 % af modellerne fra bootstrap analysen og at parameterestimaterne har en tydelig indflydelse (enten positiv eller negativ) i alle analyserne.

De indledende bootstrap analyser blev gennemført på for det samlede respons lag, ligesom de blev gennemført for § 25 responslaget alene, eftersom § 25 er den seneste kortlægning. Samtidig blev også opløsningen af responslaget testet, således at respons efter begge geometriske principper blev testet: 1) hvor en kortlagt skov udgjorde mere end 50 % af en pixel på 100x100 m og 2) hvor en kortlagt skov udgjorde mere end 50 % af en af 4 dele af en pixel på 50x50 m.

---

<sup>1</sup> Forskelligt omfang af reference datasæt blev testet, og i endelig estimation blev der anvendt: for I -15.000 ha, for II - 4.000 ha, for III - 10.000 ha. Alle svarende til ca. dobbelt så stort et areal som responsarealet.

<sup>2</sup> I SAS analyserne med Proc Logistic foretages en trinvis udvælgelse -step wise selection - af inputdata, der bedst beskriver forekomsten af den respons der modelleres. Udvælgelse af inputdata sker med fokus på forklaring af den største del af variationen, indtil de ekstra tilgængelige variable ikke længere bidrager signifikant til forklaringen baseret på chi-square værdier ift. respons.

De samlede bootstrap analyser blev vurderet på tværs af de forskellige modeller for udvælgelse af de gennemgående inputdata.

Efter udvælgelsen af inputdata for hver af sandsynlighedsmodellerne og opløsning af responslag for de forskellige modeller I-III, foretages en endelig estimering af modellen med de udvalgte inputdata baseret på 1000/2000 bootstrap analyser (med samme procedure for udvælgelse af reference datasæt som i de indledende analyser), hvorefter modelestimaterne fastlægges endeligt.

## Resultater

### Bootstrap analyser

De indledende bootstrap analyser er vist i sammendrag i Tabel 8. Det endelige udvalg af inputdata der indgår i modellerne baseres på bootstrap analyserne og de tilhørende fordeling af parameter estimer. De inputdata, der kun blev valgt ud i nogle bootstrap kørslerne, var kendetegnet ved, at der ikke var en tydelig tendens i deres parameter estimer og dermed heller ikke i deres bidrag til forklaring af sandsynligheden for de forskellige respons kortlag.

En række inputdata går igen i alle modellerne, bl.a. jordbund, nærhed til hav og sø, højdevariation i kronetaget, regionalt store træer, trætype og træartshyppighed, kerneskov. Antal store træer med diameter over 60 cm er ikke med i modellerne, ligesom dødt ved og højdevariation på stor skala kun er med i A-modellen (Tabel 8.). Kontinuitet blev overraskende kun medtaget i ganske få at bootstrap analyserne for model B - § 25 skov. I den endelige model blev det valgt at tage den med alligevel, da analyser pga. af samlet analyse af Naturstyrelsens og de private skoves areal, angav at den bidrog til at forklare sandsynligheden for § 25 skov. Der er i denne udvælgelse ikke lagt begrænsninger ind i forhold til, at alle effekter skal være positive, idet der kan være samspil mellem de forskellige inputdata ift. modellering af sandsynligheden for forekomst af de forskellige typer af skove der indgår i respons kortlaget. I Bilag 1 er angivet sammendrag data for de forskellige bootstrap analyser for hver af de 3 modeller, hvor geometrisk opløsning og responsdata er inkluderet. Udvalgelsen af inputdata var rimelig robust ift. de forskellige analyser, således at det samme sæt af inputdata blev identificeret på tværs af analyserne. I Tabel 8 er angivet de inputdata udvælges med en geometrisk opløsning baseret på 50 m respons for hele responslaget omfattende både § 25 kortlægningen og skovnaturtyper med høj tilstand. De inputdata, der udgår af de endelige modeller, er markeret med grå signatur.

Inputdata	Model I - høj potentiale	Model II - lavskov	Model III- Højskov
Antal bootstrap kørsler	500	1000	1000
Kronetagshøjde	500	994	1000
Højdevariation i kronetaget	500	78	1000
Højdevariation - stor skala	500	37	1000
Volumen	165	994	989
Antal store træer >60 cm	500	939	92
Antal store træer - regionalt	500	981	1000
Dødt ved	320	86	389
Trætype (løv, nål, blandet)	500	1000	1000
Træartshyppighed	259	893	1000
Kerneskov	500	1000	996
Skovbryn	500	851	246
Kontinuitet (VSK)	500	433	1000
Jordbundstype	500	1000	1000
Skråninger	500	31	1000
Nærhed til hav	500	1000	1000
Nærhed til sø beskyttelseslinje	500	999	1000
Nærhed til vandløbs beskyttelseslinje	500	1000	1000
Maximal dybde af lavninger	500	1000	400

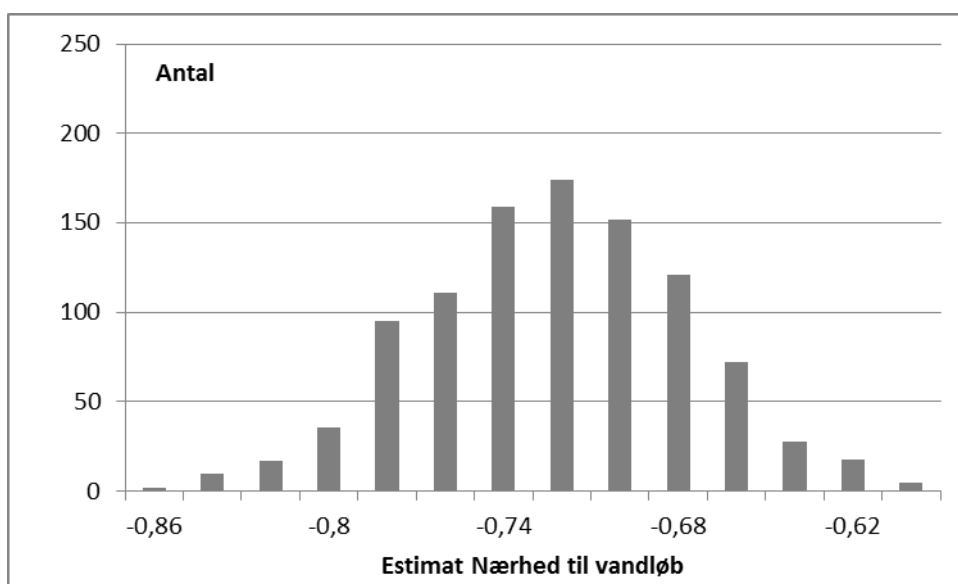
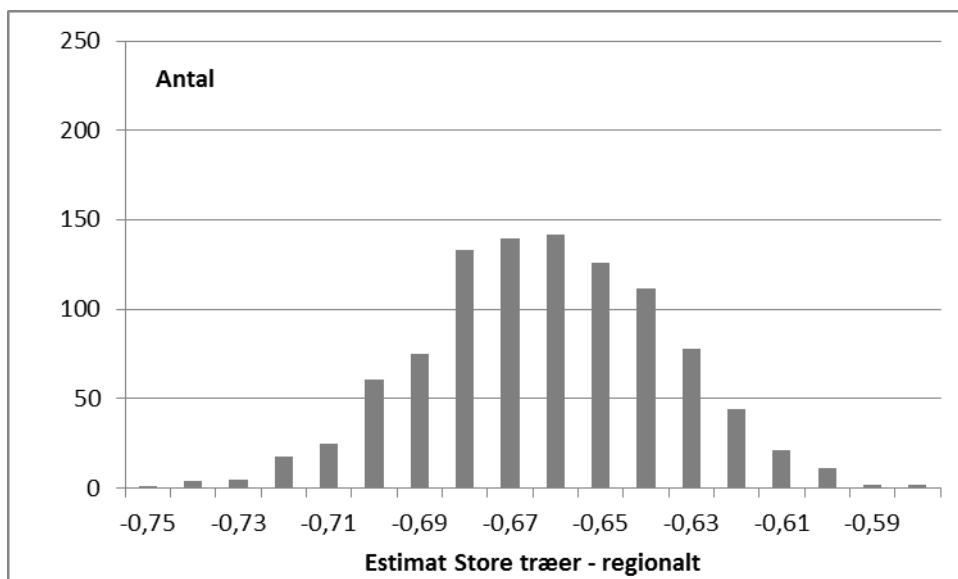
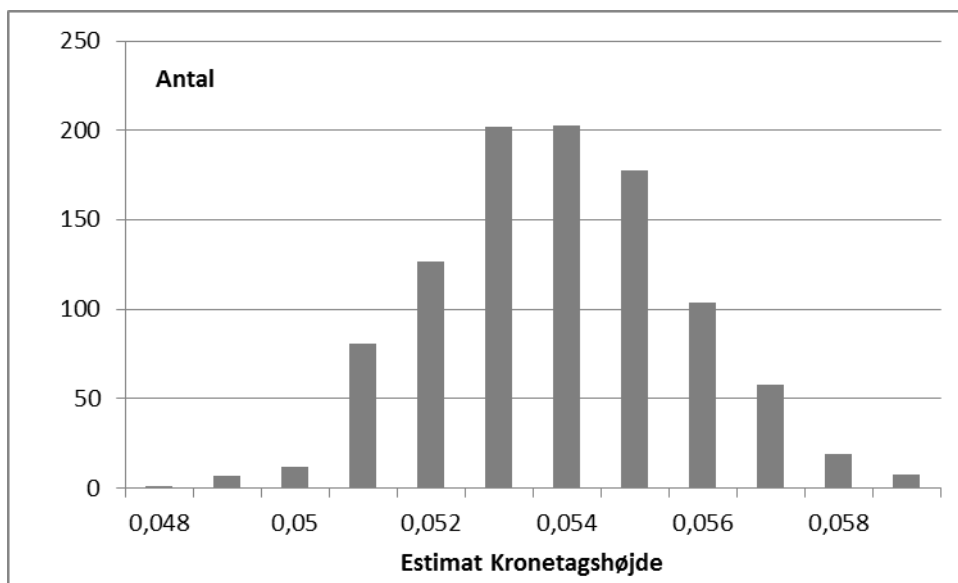
**Tabel 8 Bootstrap analyse for udvalg af inputdata. Antal angiver antal gange de enkelte inputdata indgår i modellen ud af det samlede antal bootstrap kørsler. Grå skygge angiver inputdata, der ikke indgår i de endelige modeller.**

## Estimering af modeller

Det gennemsnitlige parameter estimat for hver inputdata, der indgår i de endelige modeller, fremgår af Tabel 9 for alle modeller, baseret på bootstrap analyser. Eksempler på fordeling af parameter estimaterne er gengivet i Figur 14.

		I	I	II	II	III	III
Inputdata Model A	klasse niveau	Estimat	Std	Estimat	Std	Estimat	Std
Kronetagshøjde		0,054	0,002	0,046	0,005	0,070	0,004
Højdevariation i kronetaget		0,053	0,005			0,070	0,007
Højdevariation - stor skala		0,012	0,002			0,043	0,003
Volumen				-0,032	0,004	0,023	0,003
Antal store træer >60 cm							
Antal store træer - regionalt		-0,662	0,027	-0,373	0,043	-0,698	0,036
Dødt ved							
Trætype (løv, nål, blandet)	0 (ukendt)	-0,059	0,029	-0,196	0,037	0,128	0,035
	1 (nål)	-0,835	0,018	-0,762	0,032	-0,914	0,025
	2 (løv)	0,664	0,019	0,600	0,032	0,541	0,025
Træartshyppighed						-0,250	0,021
Kerneskov	0	0,444	0,025	0,420	0,024	0,142	0,017
Skovbryn	0	0,246	0,023				
Kontinuitet (VSK)	0	-0,101	0,012			-0,358	0,015
Jordbudstype	EI	-0,676	0,061	0,186	0,088	-1,111	0,097
	GS	-0,750	0,059	-0,470	0,084	-1,241	0,092
	KA	0,828	0,180	-0,324	0,240	1,659	0,282
Skråninger		0,047	0,004				
Nærhed til hav	0	-0,346	0,017	-0,361	0,031	-0,262	0,024
Nærhed til sø beskyttelseslinje	0	-0,387	0,032	-0,398	0,055	-0,456	0,045
Nærhed til vandløbs beskyttelseslinje	0	-0,723	0,045	-0,721	0,069	-0,686	0,063
Maximal dybde af lavninger		0,139	0,013	0,393	0,031		

**Tabel 9 Bootstrap estimater af model I-III parametre for sandsynlighedsmodellerne, inkl. standard afvigelse baseret på bootstrap analyser.**



**Figur 14** Eksempler på parameter estimaters variation over de 1000 bootstrap kørsler, fokus på model I.  
**Inputdata** Kronetagshøjde - Regionalt store træer og nærhed til vandløb.

## Anvendelse af modeller

For bedre at kunne beskrive anvendelse af modellerne og samspil mellem de forskellige inputdata er der i Tabel 10 angivet 3 forskellige cases. Der er angivet 3 sæt af værdier for inputdata og den tilsvarende beregning af sandsynlighed. Der er taget udgangspunkt i model I for § 25 skov og skovnaturtyper - til sammen et udtryk for potentialet for skove med høj sandsynlighed for levesteder for biodiversitet.

For de kontinuerte variable er beregningen af bidraget til sandsynlighed direkte afhængig af estimatets fortegn, størrelse og den pågældende variabels værdi.

For kategoriske variable angives modelbidraget for det niveau der er angivet. Dette er i mange tilfælde ved fravær af fx kerneskov (klasseværdi = 0). Når værdien er til stede (klasseværdi = 1) ganges estimatet med -1. For klasseniveauer der udgør restgruppen i estimationen (fx trætype blandet og jordbuds type blandet) udgør bidraget den negative sum af de øvrige niveauers estimater.

Den principielle beregning af sandsynlighederne sker ud fra følgende formel

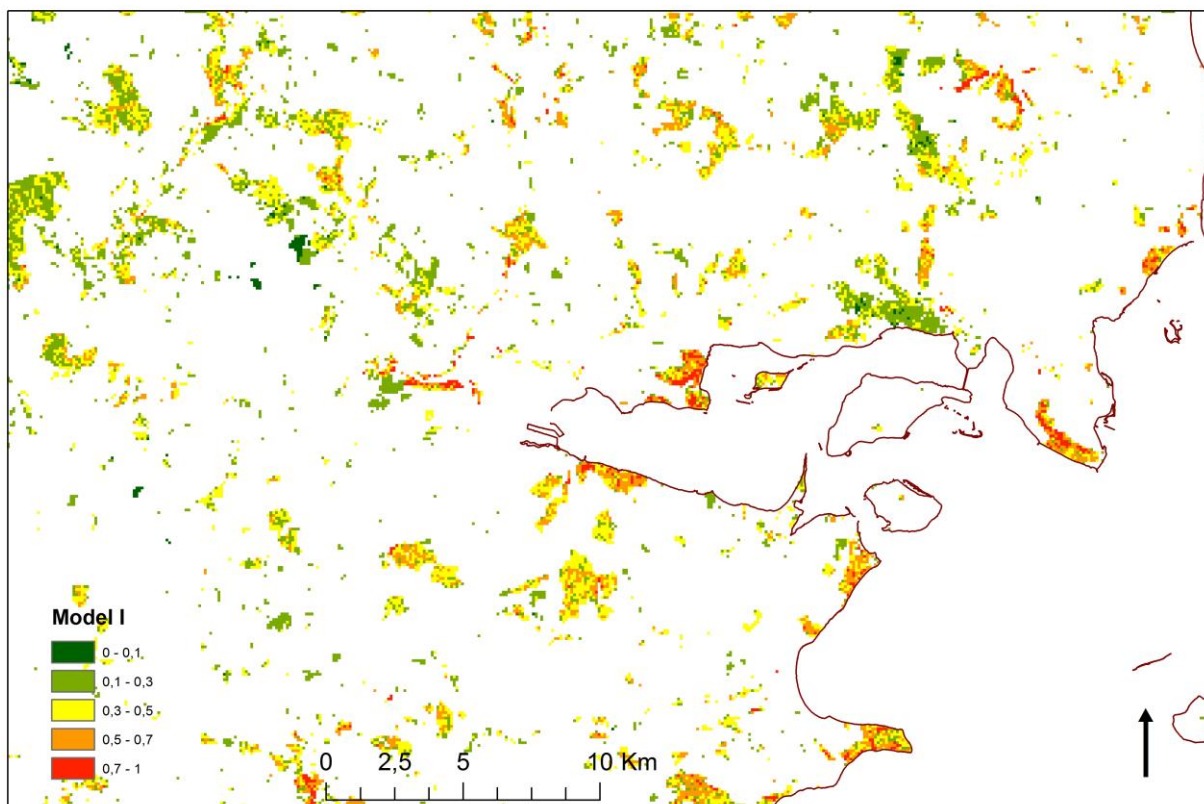
$$p = 1 / (1 + \exp(-\text{link})) ;$$

hvor 'link' er summen af de enkelte variables bidrag.

Model I		Eksempel 1		Eksempel 2 (høj)		Eksempel 3 (lav)	
Inputdata	klasse værdi	Værdi	Bidrag	Værdi	Bidrag	Værdi	Bidrag
Kronetagshøjde		8,2	0,442	20,0	1,078	7,0	0,377
Højdevariation i kronetaget		2,9	0,155	5,0	0,265	1,0	0,053
Højdevariation stor skala		5,5	0,291	5,5	0,291	5,5	0,291
Volumen							
Antal store træer >60 cm							
Antal store træer - regionalt		1	-0,662	1	-0,662	2	-1,324
Dødt ved							
Trætype (løv, nål, blandet)	0 (ukendt)		0,000		0,000		0,000
	1 (nål)		0,000		0,000	1	-0,835
	2 (løv)	1	0,664	1	0,664		0,000
	3 (mix)		0,000		0,000		0,000
Træartshyppighed		1,5	-0,290	1	-0,193	2	-0,387
Kerneskov		0	0,444	0	0,444	1	-0,444
Skovbryn	0	1	-0,246	1	-0,246	1	-0,246
Kontinuitet (VSK)	0	0	-0,101	1	0,101	0	-0,101
Jordbuds type	EI		0,000	1	-0,676		0,000
	GS	1	-0,750		0,000	1	-0,750
	KA		0,000		0,000		0,000
	OA		0,000		0,000		0,000
Skråninger		2	0,095	2	0,095	2	0,095
Nærhed til hav	0	1	0,346	1	0,346	0	-0,346
Nærhed til sø beskyttelseslinje	0	0	-0,387	1	0,387	0	-0,387
Nærhed til vandløbs beskyttelseslinje	0	0	-0,723	1	0,723	0	-0,723
Maximal dybde af lavninger		10	1,393	1	0,139	15	2,090
<b>link (sum af bidrag)</b>			<b>0,673</b>		<b>2,757</b>		<b>-2,637</b>
<b>Sandsynlighed</b>			<b>0,66</b>		<b>0,94</b>		<b>0,07</b>

Tabel 10 Eksempler på beregning af sandsynligheder for 3 forskellige cases.

I Figur 15 er gengivet et kortudsnit for Danmark for model I, hvor der for hver pixel er lavet en beregning af sandsynlighed. I Bilag 2 er metadata for den datafil der indeholder såvel inputdata som resultater for alle 3 modeller og tilhørende inputdata for hver pixel. Ligeledes er medtaget landsdækkende kortlag for alle 3 modeller.



Figur 15 Kortudsnit med resultat for model I (Tabel 9). Figuren afspejler den beregnede sandsynlighed 0-1.

## Klassifikations test

Et centralt mål for resultaterne er hvorvidt de kan genfinde de arealer der indgår som grundlag for modellen. Dette vises i Tabel 11 for det areal der indgår i modeludviklingen. Tærskelværdien for korrekt klassifikation er sat til 0,5. Heraf fremgår det at modellerne generelt genfinder 57 til 66 % af de pixler der indgår i de forskellige modeller. Samlet er klassifikationen korrekt (positive og negative udvælgelser) i 75-81 %. Denne analyse viser at modellerne supplerer hinanden og kan angive arealer med sandsynligheder for potentielt interessante skovarealer.

I Tabel 12 angives sammendrag for forskellige delmængder af data til såvel modeludviklingen (Naturstyrelsens areal) som for det fulde modelareal, for pixler hvor gennemsnitshøjden er over 1 m, samt for de private arealer. Det skal bemærkes at resultaterne for de private arealer udgør en test af modellerne på et uafhængigt datasæt, idet de ikke indgår i estimeringen af modellerne. Selvom kortlægningen af de forskellige elementer på de private arealer ikke kan forventes at være gennemført med helt samme nøgle som på Naturstyrelsens arealer, er genfindings procenterne og den samlede nøjagtighed tilfredsstillende ift. en anvendelse af modellerne.

I	0,0-0,3	0,4	0,5	0,6	0,7-1,0	PA	gns.
1	1.913	1.051	1.286	1.223	1.840	0,59	
0	69.345	12.110	11.063	7.839	6.707	0,76	0,68
UA	0,97	0,92	0,10	0,13	0,22		
gns.					0,47		0,75
II	0,0-0,3	0,4	0,5	0,6	0,7-1,0	PA	gns.
1	501	234	243	311	408	0,57	
0	71.100	13.724	10.233	7.720	6.835	0,77	0,67
UA	0,99	0,98	0,02	0,04	0,06		
gns.					0,42		0,77
III	0,0-0,3	0,4	0,5	0,6	0,7-1,0	PA	gns.
1	948	488	604	706	1.457	0,66	
0	78.380	9.055	7.329	5.621	6.718	0,82	0,74
UA	0,99	0,95	0,08	0,11	0,18		
gns.					0,46		0,81

Tabel 11 Klassifikations test modeludviklings data - Naturstyrelsen. For hver model angiver værdien 1 i første kolonne de pixels der har den givne respons fordelt til de estimerede sandsynligheder. PA = producent nøjagtighed (med grå fremhævet genfindings procent for kortlægning), UA = bruger nøjagtighed. Gns. = Samlet nøjagtighed for hver model (fremhævet med grå). Værdier med sandsynligheder på 0,5 og over antages at have en høj sandsynlighed for den pågældende model (markeret med skygge i tabellen)

Model	Total modelareal NST		Modelareal >0 m NST		Private	
%	PA	gns	PA	gns	PA	gns
I	0,59	0,75	0,61	0,73	0,70	0,84
II	0,57	0,77	0,67	0,77	0,50	0,88
III	0,66	0,81	0,66	0,80	0,74	0,86

Tabel 12 Klassifikations test - PA -= producent nøjagtighed / genfindings procent for kortlægning. Gns. = Samlet nøjagtighed for hver model



# Diskussion og perspektiver

## Model estimerer

De forskellige inputdata har varierende indflydelse på modellernes resultater. Således kan det ses af Tabel 9 at på tværs af de forskellige modeller, at effekten af stigende højde bidrager positivt til at beskrive sandsynligheden for de interessante skovarealer. Højden er en indikator for såvel alder som størrelse af træerne. Højdevariation - både i kronetaget og i større skala - har positiv indflydelse for den generelle model (I) og modellen (III) for ældre løvskove. For modellen for sump-/lavskove (II) indgår højdevariationen ikke som inputdata.

Selvom diameter på træerne indgår som en vigtig parameter i nøglen for § 25 skov og bidrager til skovtilstandsvurderingen af skovnaturtyperne, så har variabelen der beskriver hyppigheden af de regionalt store træer en negativ indflydelse på sandsynligheden. Den negative indflydelse ved stigende antal, skal ses i sammenhæng med de øvrige inputdata.

Dødt ved indgår ikke i modellerne. Forekomsten af dødt ved er meget spredt og lav, hvilket kan være med til at forklare den manglende indflydelse på de samlede modeller.

Kontinuitet af skovarealet bidrager positivt til modellerne I og III men indgår ikke for model II (sump-/lavskov). Kontinuiteten kan i denne sammenhæng både afspejle særlige forvaltningsforhold der betinger forekomst af § 25 skove såvel som ældre og større træer. Felsted et al. (2016) finder positive effekter af kontinuitet for flere rødlistede artsgrupper. At det ikke indgår i modellen for sump-/lavskove kan afspejle at forekomst af disse er betinget af andre forhold end kontinuitet og/eller at de ikke var omfattet af kortlægningen af skov på videnskabernes selskabskort, men snarere har fået en signatur som krat/mose. Effekten af kontinuiteten er stærkest for model III der fokuserer på ældre løv skove, mens den har mindre indflydelse for model I der omfatter alle typer af responsbevoksninger.

Fælles for alle modellerne er at trætypen 1 - nål påvirker sandsynligheden negativt, mens 2-løv bidrager positivt. Hvis trætypen er blandet er det den negative sum af de øvrige trætypers estimer, hvilket for alle modellerne angiver at blandet skov har et positivt bidrag til sandsynligheden.

Vand bidrager til generel variation, og i alle modellerne hvor nærhed til hav, sø og/eller vand samt lavninger er udvalgt, bidrager disse positivt til sandsynligheden for forekomst af responsen. Samme

effekt er fundet for en række artsgrupper af Felsted et al. (2016) ligesom vand i projektet om "Biologisk mangfoldighed i naturskov - en sammenligning mellem østdanske natur- og kulturskove" (Møller 2017, Byriel & Kepfer Rojas 2017, Justesen et al 2017).

Jordbundens indflydelse på sandsynlighederne er mere blandet i sin effekt, og afspejler samspil med øvrige variable. Den hyppigste jordbundstype er de grusede og sandede, der udgør ca. 2/3 af skovarealet. Forekomst af grus/sand (Jordtype GS) et negativt bidrag til sandsynligheden for forekomst af responsen. Jordbundstyperne KA (kalk) og restgruppen (OA) repræsenterer mindre hyppigt forekommende jordbundstyper, og estimerne for disse er mere usikkert bestemt. Samlet bidrager jordbundsinformationerne dog til at fastlægge sandsynligheden for alle modellerne. Felsted et al (2016) finder også samspil mellem jordbundstyper og forskellige rødlistede arter fra forskellige organismegrupper.

## **Usikkerheder**

Da forekomst af skove med potentiale for biodiversitet er resultat af såvel vækstvilkår som forvaltningshistorik kombineret med forhold på større skala end den enkelte bevoksning, er det vanskeligt at give et sikkert grundlag. Det sikreste grundlag opnås med besigtigelse og registrering i felten af strukturer, økosystemer og arter.

Usikkerhederne i de udarbejdede modeller knytter sig til forskellige elementer af tilgængelighed og opløsning af informationer. Dette gælder alle inputdata, hvor nogle faktorer er angivet under 'Data'. Datalagene er ikke fuldstændig indbyrdes uafhængige, hvilket kan gøre den samlede tolkning af resultaterne vanskelig. Selektion af inputdata gennem bootstrap analyser med reference datasæt søger at minimere effekten af disse forhold.

En anden usikkerhed ligger i kortlægningen af responsdata. Det er i analysen antaget at Miljøstyrelsen kortlægning af Naturstyrelsens arealer følger nøglen for § 25 skov, og at dette i kombination med kortlægningen af skovnaturtyperne og deres skovtilstand fra 2005 kan antages at være retvisende respons. Det vil være relevant at opdatere analyserne når den nye kortlægning af skovnaturtyperne foreligger, med opdaterede data for tilstand. Naturligvis er kun en delmængde af Naturstyrelsens samlede areal besigtiget i felten i 2015-2016, men det er antagelsen at udvælgelsen af besigtigelsespolygonerne som Miljøstyrelsen har brugt som grundlag herfor, har været så bred, at langt det meste potentiale er gennemgået i felten. For de private distrikter der har stillet data til rådighed, kan der være mindre variationer i karakteriseringen af de forskellige nøglebiotoper, men

arealerne har suppleret kortlægningen af § 25 og skovnaturtyper på Naturstyrelsens arealer og har givet mulighed for at teste modellerne på et bredere udvalg af lokaliteter.

## Sammenhæng med HNV-skovkort

Når kortlægningen efter modellerne udviklet i dette projekt kombineres med HNV-skovkortet kan det ses at der identificeres forskellige arealer i skovene, samtidig med at der er et stort overlap af arealer, der i alle modeller og kortlægninger får en lav score/sandsynlighed for at rumme naturmæssigt særligt værdifulde strukturer og arter (Tabel 13). Det indikerer at de to metoder supplerer hinanden ift. identifikation af arealer med potentiale for biodiversitet. Der er dele af skovarealet der ikke er omfattet af HNV-skovkortet, hvorfor ca. 50.000 ha ikke har en HNV score.

Areal 100 ha	Sandsynlighed for skov med potential for høj naturværdi (model I)											
HNV score	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	I alt - 100 ha
0	8	128	67	29	11	6	4	3	1	-	-	257
1	27	255	158	86	45	25	14	6	3	1	1	621
2	37	275	185	115	73	50	32	14	6	3	1	791
3	41	233	158	112	84	66	48	24	10	4	1	781
4	30	187	127	93	75	58	46	25	11	4	1	658
5	28	162	111	83	65	53	37	22	9	4	-	575
6	21	132	91	72	57	49	34	20	9	4	-	489
7	16	103	77	60	52	44	31	19	9	4	1	416
8	13	84	66	50	44	37	30	18	9	4	1	355
9	11	64	52	40	35	31	26	17	9	3	-	289
10	12	44	37	26	26	26	22	15	8	3	-	220
11	6	31	26	21	19	19	17	12	6	2	-	159
12	5	23	17	15	15	15	13	9	5	2	-	120
13	2	11	11	10	11	11	10	7	4	2	-	80
14	1	10	8	7	7	9	8	6	3	2	-	61
15	-	5	6	4	5	7	7	5	3	1	-	43
16	-	2	2	2	3	4	5	4	2	1	-	25
17	-	1	1	1	1	2	3	2	1	1	-	12
18	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	3
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20												
NA	19	277	89	57	23	19	9	5	3	1	1	502
I alt	279	2.025	1.289	883	651	532	397	234	113	48	9	6.458

Tabel 13 Arealfordeling efter hhv. sandsynlighed for skov med potentiale for biodiversitet (model I) og HNV-skov score. Med grå skygge er markeret arealer der udvælges efter én af grundlagene mens grøn skygge angiver arealer der vælges ud efter begge grundlag.

Der er mere end 120.000 ha der udvælges pga model I, som ikke er udvalgt efter HNV-skovkortet, mens der er ca. 11.000 ha der udvælges efter HNV-skovkortet som ikke udvælges efter potentiale modellen. For det samlede skovareal i kortet (645.800 ha) er fordelingen til de forskellige

udvælgelseskriterier angivet i Tabel 14 med fokus på model I og HNV-skovværdi. Grænseværdien på 13-20 fokuserer på de arealer i HNV-skovkortet der har de højeste scorer, hvilket også er den grænse der er anvendt ift. kortlægningen af ammoniakfølsomme skove (Gundersen & Johannsen 2016). Størstedelen af det udvalgte areal efter kriterierne har en højde over 5 m (efter 2007 højdekortlægningen).

Hvis de forskellige modeller I, II og III kombineres således at pixler udvælges hvor minimum en af disse angiver en sandsynlighed på over 0,5 udvælges der i alt ca. 154.000 ha, hvoraf ca. 11.700 ha også udvælges efter HNV-skovkortet (13-20).

Andel af areal	Total areal (ha)	Areal > 5 m højde (ha)
HNV>12 alene	11.000	16.600
Model I >0,5 alene	121.600	113.500
HNV>12 og Modell >0,5	11.500	15.900
Ikke udvalgt	501.700	387.900
Under 5 m højde		111.900
I alt	645.800	645.800

Tabel 14 Samlet arealfordeling efter hhv. sandsynlighed for potentiale (model I) og HNV-skov score, og træhøjde

## Mulig anvendelse

De udviklede modeller resulterer i nogle kort der kan anvendes enkeltvist eller i kombination indbyrdes og med andre kortlag, herunder HNV-skovkort og Biodiversitetskortet.

I forhold til analyser til certificering, forvaltning eller som grundlag for besigtigelser, kan det vælges fx at anvende en eller flere af modellerne og at kombinere de udvalgte arealer med yderligere informationer i en prioritering af indsatsen. Dette kunne fx sikre at der kun ses på arealer med en vis træhøjde (> 5 m) og at man først ser på arealer hvor løv er dominerende, skovarealer tæt på søer og kyst. Dette kan baseres dels på data i kortlagene med inputdata og dels på visuel analyse af orthofotos for de pågældende arealer forinden feltbesigtigelse.

## Udvikling og videre test

Den videre anvendelse af kortlagene vil give grundlag for en løbende opdatering og forbedring af såvel de udviklede modeller som input til videre analyser af naturmæssigt værdifulde skove.

Det vil være relevant at udvikle modellerne til i højere grad at omfatte de ikke skovdækkede arealer, herunder særligt skovlandskaberne som er karakteriseret ved nærhed til skov, samt analysere den rummelige fordeling og sammenhæng af forekomsten af responslagene.

Selvom modellerne er sammenholdt med HNV-skovkortet, vil en mere grundig sammenstilling med artsdata kunne give yderligere information om biodiversitet i skovarealet.

I den tekniske udvikling af værktøjerne til kommende opdateringer vil det være relevant at opstille GIS værktøjer (Fx ArcGIS modelbuilder) mhp. at kunne gennemføre validerbare forløb med konsistente metoder og præcis resampling af alle inputdata.

## **Afslutning**

Samlet bidrager de her udviklede modeller til det samlede billede og beskrivelse af det danske skovareal, idet de supplerer de tidligere kortlægninger.

Modellerne giver mulighed for at identificere arealer ud fra den aktuelle struktur der kan rumme potentiale for biodiversitet, og dermed bidrage til at øge vidensgrundlaget for forvaltningen af det danske skovareal.

## **Tak til**

Kollegaer inden for KU-IGN samt eksterne for kommentarer på rapport udkast og sparring i processen. Tak til 15. Juni Fonden for støtte til projektet, samt Miljøstyrelsen og private distrikter for at stille data til rådighed.

## Referencer

- Belgiu, M. & Drăguț, L., 2016. Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 114, pp.24–31.
- Brunbjerg, A. K., Bladt, J., Brink, M., Fredshavn, J. R., Mikkelsen, P., Moeslund, J. E., Nygaard, B., Skov, F. & Ejrnæs, R. 2016: Development and implementation of a High Nature Value (HNV) farming indicator for Denmark. In : *Ecological Indicators*. 61, 2, p. 274-281
- Byriel DB og Kepfer Rojas S. 2017. Stankelben (Diptera: Tipuloidea) hotspots i urørt og forstligt drevet skov i Danmark. *Særnummer af Flora og Fauna*. in prep.
- Chirici, G., Eggers, J., Bastrup-Birk, A., Herder, M., Lindner, M., Lombardi, F., Barbati, A., Marchetti, M., Zolli, C., Biala, K., Malak, D.A., Marin, A.I. (2014): Developing a forest naturalness indicator for Europe. Concept and methodology for a high nature value (HNV) forest indicator. EEA Technical report No 13/2014. 64 pp.
- Chirici, G., Eggers, J., Bastrup-Birk, A., Herder, M., Lindner, M., Lombardi, F., Marchetti, M. (2012): European Forests Assessments: Further development of the High Natural Value (HNV) forest area indicator. Technical Annex to Specific Contract No. 3527/B2012/EEA. Implementing Framework Contract Ref. No. EEA/NSV/10/004. 59 pp.
- Chirici, G., Winter, S., & McRoberts, R.E. (Eds.) (2011). *National Forest Inventories: contributions to forest biodiversity assessments*. Dordrecht Heidelberg London New York: Springer
- Ejrnæs, R., Petersen, A.H., Bladt, J., Bruun, H.H., Moeslund, J.E., Wiberg-Larsen, P. & Rahbek, C. (2014). *Biodiversitetskort for Danmark*. Udviklet i samarbejde mellem Center for Makroøkologi, Evolution og Klima på Københavns Universitet og Institut for Bioscience ved Aarhus Universitet. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 96 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 112 <http://dce2.au.dk/pub/SR112.pdf>
- Ejrnæs, R., Skov, F., Bladt, J., Fredshavn, J.R. & Nygaard, B. (2012). Udvikling af en High Nature Value (HNV) indikator. Rangordning af arealer efter naturværdi og potentiale. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 40 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 40 <http://www.dmu.dk/Pub/SR40.pdf>
- Flensted KK, Bruun HH, Ejrnæs R, Eskildsen A, Thomsen PF, Heilmann-Clausen J, 2016: Red-listed species and forest continuity – A multi-taxon approach to conservation in temperate forests. *Forest Ecology and Management*, Volume 378:144–159
- Hübertz, H og Rosenberg Pedersen, L. 2001: Skov-info 24: Nøglebiotoper i skov.

- Jakobsen PR, Hermansen B, Tougaard L. 2015. Danmarks digitale jordartskort 1:25000. Version 4.0. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, RAPPORT 2015/30
- Johannsen, V.K., Rojas, S.K., Brunbjerg, A.K., Schumacher, Bladt, J., Nyed, Moeslund, J.E., Nord-Larsen, T. og Ejrnæs, R. (2015): Udvikling af et High Nature Value - HNV-skovkort for Danmark. IGN Rapport. November 2015, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, Frederiksberg
- Justesen MJ, Solodovnikov A, Kappel Hansen A. 2017. Rovbiller og løbebiller i de østdanske løvskove – effekt af skovdrift. *Flora og Fauna* 123: 105-112
- Levin, G., Blemmer, M.K., Gyldenkerne, S., Johannsen, V.K., Caspersen, O.H., Petersen, H.S., Karlsson, N.P., Becker, T., Bruun, H.G., Fuglsang, M., Münier, B., Bastrup-Birk, A. & Nord-Larsen, T., 2014: Estimating land use/land cover changes in Denmark from 1990 - 2012: Technical documentation for the assessment of land use/land cover changes for estimation of carbon dioxide fixation in soil. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 2014. 34 p. (Technical Report from DCE - Danish Centre for Environment and Energy; No. 38).
- Møller PF 2017. Biologisk mangfoldighed i naturskov - en sammenligning mellem østdanske natur- og kulturskove. Projektets baggrund og formål. Særnummer af *Flora og Fauna*. in prep.
- Møller, P.F. 2016: Nøgle til Kortlægning af naturmæssigt særligt værdifuld skov (§25-skov).
- Nord-Larsen, T, Nielsen, T.R., Ottosen, M.B. (2017) Forest resource map of Denmark. Mapping of Danish forest resources using ALS from 2014-15. In prep. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, Frederiksberg. 25 pp +datalag
- Raulund-Rasmussen, K., Buttenshøn, R.M., Morsing, J., Skorski, P. (2014): Naturindhold i Naturstyrelsens skove på Vestsjælland. Rapport forventes september 2014, 100+ pp.
- Rodriguez-Galiano, V.F. et al., 2012. An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 67, pp.93–104.
- Schumacher, J., Nord-Larsen, T., Johannsen, V.K. (2014): Kortlægning af skovenes diversitet fra satellitbilleder 2006/2007 /Mapping of forest diversity from remote sensing. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, Frederiksberg. 25 pp +datalag.
- Skorski, P. (2014): Can multi criteria evaluation contribute to mapping High Nature Values in forest? — a comparison between GIS analysis and field data. MSc Thesis, Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen. 99 pp.
- Skov- og Naturstyrelsen (1994): Strategi for de danske naturskove og andre bevaringsværdige naturtyper. 48 s.

Skov- og Naturstyrelsen. 1994: Strategi for bæredygtig skovdrift. Betænkning nr. 1267.

Skov- og Naturstyrelsen. 1994: Strategi for de danske naturskove og andre bevaringsværdige naturtyper. 48 s.

Skov- og Naturstyrelsen. 2001: Nøglebiotoper - et billedkatalog. 50 pp.

Winter S. (2011): Forest naturalness assessment as a component of biodiversity monitoring and conservation management. *Forestry*, 85(2), 293-304.



## Bilag 1 Supplerende bootstrap resultater

Respons	§25+N2K	§25	§25+N2K	§25
Geometrisk opløsning	50 m	50 m	100 m	100 m
Antal bootstrap kørsler	500	500	500	1500
Kronetagshøjde	500	500	500	1500
Højdevariation i kronetaget	500	500	500	1500
Højdevariation - stor skala	500	498	500	1498
Volumen	165	23	434	37
Antal store træer >60 cm	500	440	500	550
Antal store træer - regionalt	500	500	500	1500
Dødt ved	320	20	472	262
Trætype (løv, nål, blandet)	500	500	500	1500
Træartshyppighed	259	480	499	1480
Kerneskov	500	500	500	1500
Skovbryn	500	500	500	1500
Kontinuitet (VSK)	500	108	432	1104
Jordbundstype	500	500	500	1500
Skråninger	500	500	500	960
Nærhed til hav	500	500	500	1500
Nærhed til sø beskyttelseslinje	500	493	500	1461
Nærhed til vandløbs beskyttelseslinje	500	500	500	1500
Maximal dybde af lavninger	500	500	500	1500

Tabel 15 Model I. Bootstrap analyse for udvalg af inputdata, for forskellig geometrisk opløsning og responslag. Antal angiver antal gange de enkelte inputdata indgår i modellen ud af det samlede antal bootstrap kørsler.

Respons	§25+N2K	§25	§25+N2K	§25
Geometrisk opløsning	50 m	50 m	100 m	100 m
Antal bootstrap kørsler	1000	1000	2000	3000
Kronetagshøjde	994	997	1945	2875
Højdevariation i kronetaget	78	47	546	997
Højdevariation - stor skala	37	26	694	1406
Volumen	994	996	1976	2880
Antal store træer >60 cm	939	960	1809	2128
Antal store træer - regionalt	981	979	1980	2979
Dødt ved	86	132	954	1108
Trætype (løv, nål, blandet)	1000	1000	2000	3000
Træartshyppighed	893	903	2000	1023
Kerneskov	1000	1000	2000	3000
Skovbryn	851	503	1421	1335
Kontinuitet (VSK)	433	200	1099	2190
Jordbundstype	1000	1000	2000	3000
Skråninger	31	65	1013	997
Nærhed til hav	1000	1000	2000	3000
Nærhed til sø beskyttelseslinje	999	872	1999	2524
Nærhed til vandløbs beskyttelseslinje	1000	1000	2000	3000
Maximal dybde af lavninger	1000	1000	2000	3000

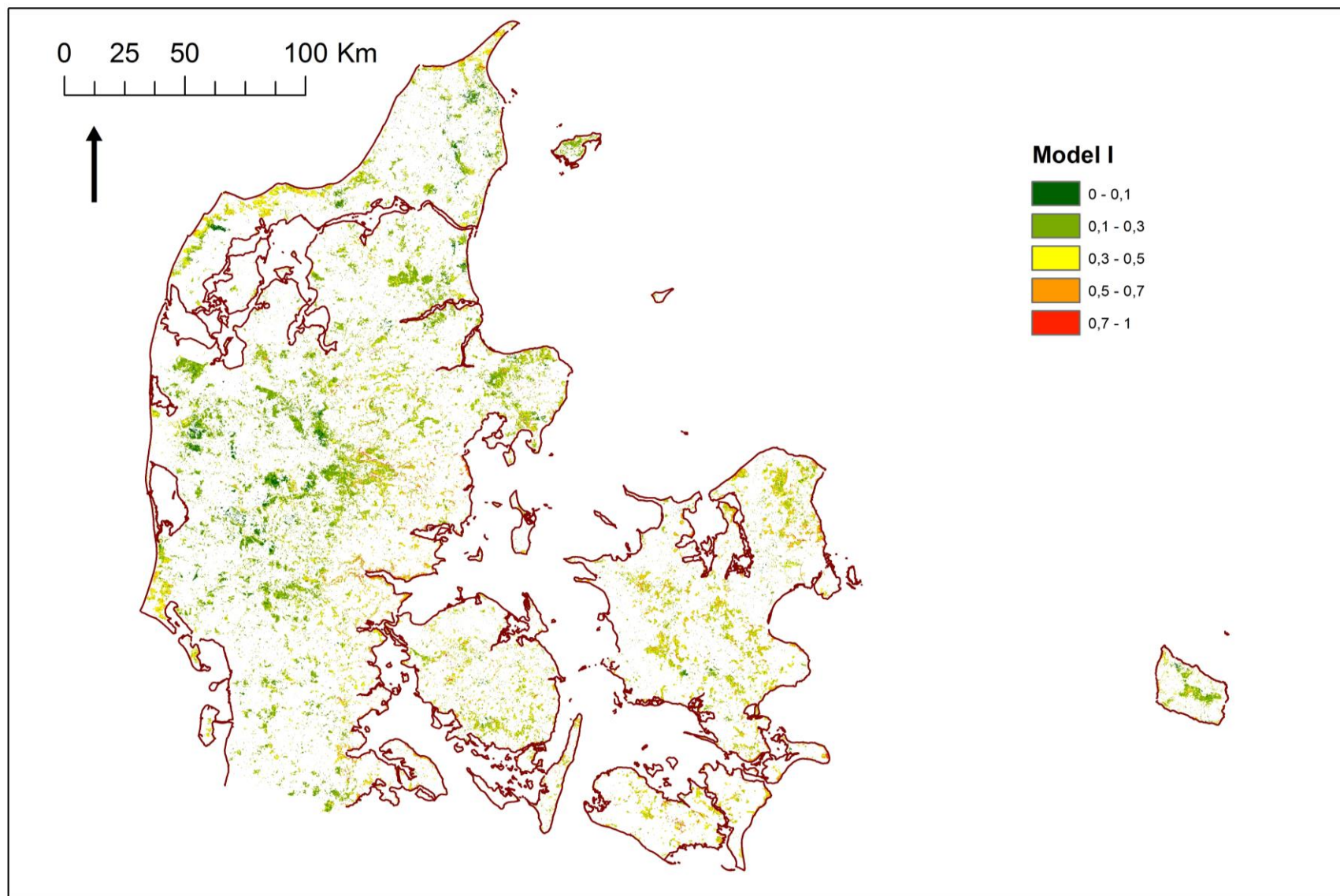
**Tabel 16 Model II. Bootstrap analyse for udvalg af inputdata, for forskellig geometrisk opløsning og responslag. Antal angiver antal gange de enkelte inputdata indgår i modellen ud af det samlede antal bootstrap kørsler.**

Respons	§25+N2K	§25	§25+N2K	§25
Geometrisk opløsning	50 m	50 m	100 m	100 m
Antal bootstrap kørsler	1000	1000	2000	3000
Kronetagshøjde	1000	1000	2000	3000
Højdevariation i kronetaget	1000	1000	2000	3000
Højdevariation - stor skala	1000	1000	1029	1080
Volumen	989	858	1987	1828
Antal store træer >60 cm	92	283	266	523
Antal store træer - regionalt	1000	1000	2000	2998
Dødt ved	389	126	619	172
Trætype (løv, nål, blandet)	1000	1000	2000	3000
Træartshyppighed	1000	1000	2000	3000
Kerneskov	996	737	1885	1813
Skovbryn	246	275	518	1199
Kontinuitet (VSK)	1000	1000	2000	2994
Jordbundstype	1000	1000	2000	3000
Skråninger	1000	815	2000	1137
Nærhed til hav	1000	1000	2000	2996
Nærhed til sø beskyttelseslinje	1000	717	2000	1693
Nærhed til vandløbs beskyttelseslinje	1000	1000	2000	3000
Maximal dybde af lavninger	400	65	1386	1377

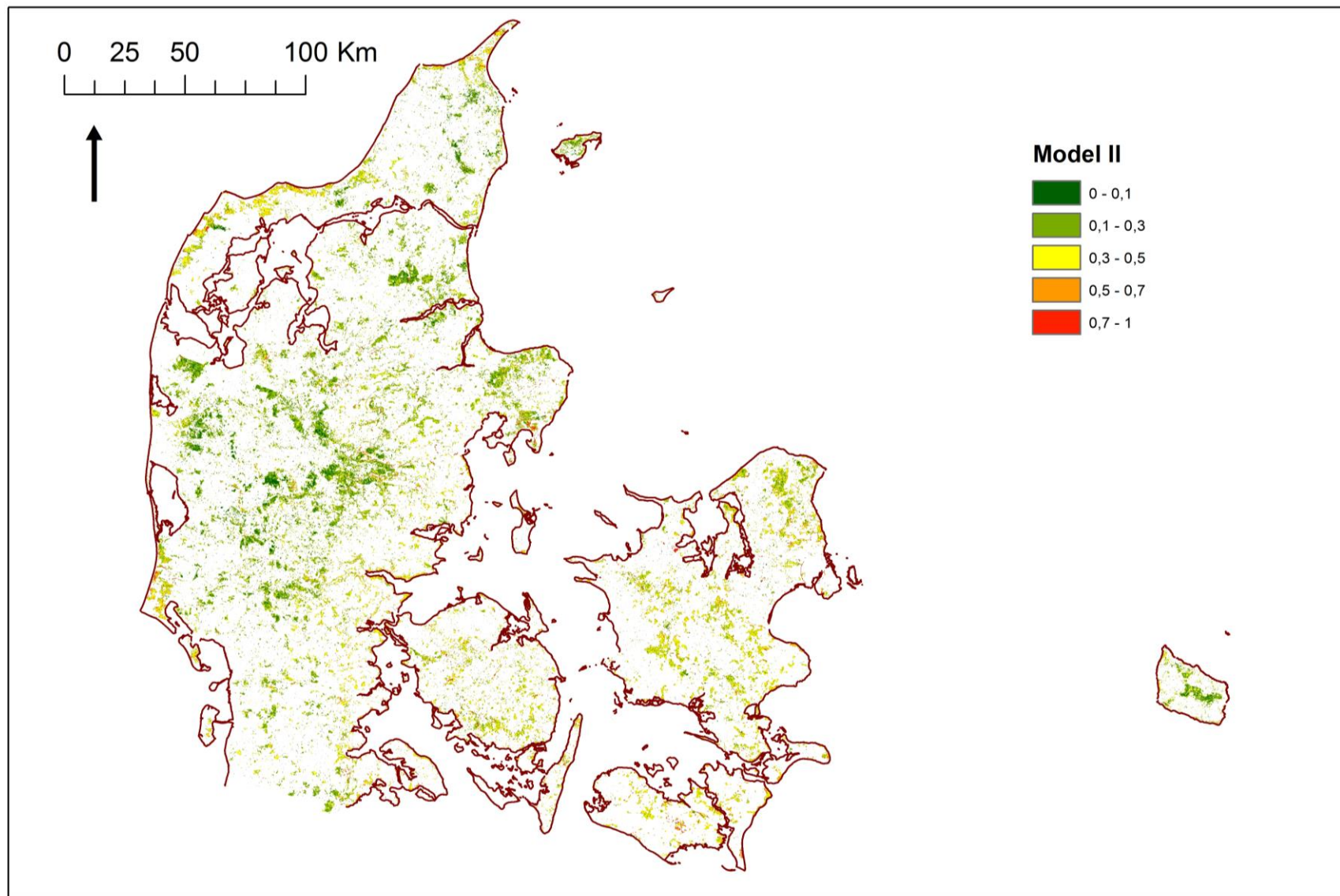
**Tabel 17 Model III. Bootstrap analyse for udvalg af inputdata, for forskellig geometrisk opløsning og responslag. Antal angiver antal gange de enkelte inputdata indgår i modellen ud af det samlede antal bootstrap kørsler.**

## Bilag 2 Information om kortlag og samlet datasæt

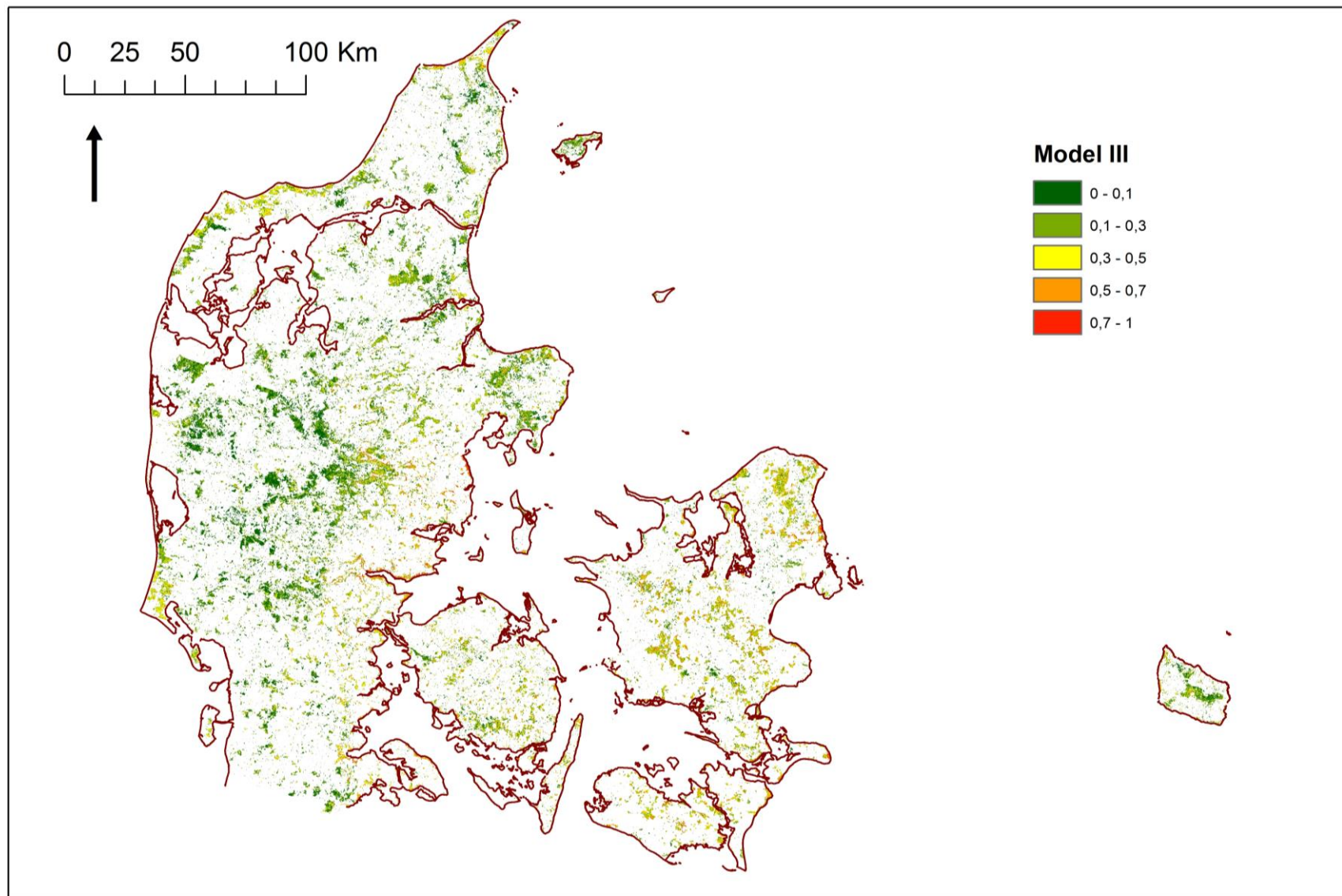
Variabel kode	Inputdata navn	Enhed
x	UTM X, sydvestlige hjørne af 100 m pixel, EUREF 89, zone 32	m
y	UTM Y, sydvestlige hjørne af 100 m pixel, EUREF 89, zone 32	m
vskvalue	Kontinuitet, Videnskabernes selskabs kort, skov signatur	0/1
havvalue	Nærhed til kystlinje	0/1
soevalue	Nærhed til søbeskyttelseslinje	0/1
vandvalue	Nærhed til vandløbsbeskyttelseslinje	0/1
twivalue	Topografisk fugtighedsindex - midlertidig variabel	index
corevalue	Kerneskov	0/1
edgevalue	Skovbryn	0/1
ttvalue	Skovtype	0-2
chsdvalue	Højdevariation i kronetaget	m
d6ovalue	Antal store træer >60 cm	/ha
dlavalue	Antal store træer - regional	/ha
dwvalue	Dødt ved	m <sup>2</sup> /ha
NSPEvalue	Træartshyppighed	/ha
chmvalue	Kronetagshøjde	m
chslvalue	Højdevariation stor skala	grader
volvalue	Volumen	m <sup>3</sup> /625 m <sup>2</sup>
slpvalue	Skråninger	grader
lavvalue	Maximal dybde af lavninger	cm
hnvvalue	HNV skov værdi	0-20
hnvpvalue	HNV skov - proxyscore	0-10
hnvavalue	HNV skov - artsscore	0-10
NSOVvalue	NST overvågningsdistrikt	1-10
jordindex	Jordindex	Jordbund
JTYP	Jordbundstype	JTYP
chxvalue	Højde, efter 2007 højdekort	m
apny	Sandsynlighed efter model A	0-1
bpny	Sandsynlighed efter model B	0-1
cpny	Sandsynlighed efter model C	0-1
dpny	Sandsynlighed efter model D	0-1
Ap	Afrundet værdi efter model A	0 - 1
Bp	Afrundet værdi efter model B	0 - 1
Cp	Afrundet værdi efter model C	0 - 1
Dp	Afrundet værdi efter model D	0 - 1
inkl	Angiver kronehøjde > 5 m (2007 kortlægning)	0/1
x5	UTM X, midtpunkt af 100 m pixel, EUREF 89, zone 32	m
y5	UTM Y, midtpunkt af 100 m pixel, EUREF 89, zone 32	m



Figur 16 Kort med resultat for model I (Tabel 9). Figuren afspejler den beregnede sandsynlighed 0-1.



Figur 17 Kort med resultat for model II (Tabel 9). Figuren afspejler den beregnede sandsynlighed 0-1.



Figur 18 Kort med resultat for model III (Tabel 9). Figuren afspejler den beregnede sandsynlighed 0-1.



KØBENHAVNS UNIVERSITET

INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB  
OG NATURFORVALTNING

ROLIGHEDSVEJ 23  
1958 FREDERIKSBERG

TLF. 35 33 15 00  
IGN@IGN.KU.DK  
WWW.IGN.KU.DK